



## Генеральная Ассамблея

Distr.  
GENERAL

A/AC.105/526  
28 January 1993  
RUSSIAN  
ORIGINAL: ENGLISH

КОМИТЕТ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ КОСМИЧЕСКОГО  
ПРОСТРАНСТВА В МИРНЫХ ЦЕЛЯХ

ДОКЛАД О РАБОТЕ ВТОРЫХ МЕЖДУНАРОДНЫХ УЧЕБНЫХ КУРСОВ ОРГАНИЗАЦИИ  
ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО ВОПРОСАМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ  
ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ, ОРГАНИЗОВАННЫХ В СОТРУДНИЧЕСТВЕ С  
ПРАВИТЕЛЬСТВОМ ШВЕЦИИ

(Стокгольм и Кируна, Швеция, 11 мая-12 июня 1992 года)

### СОДЕРЖАНИЕ

	<u>Пункты</u>	<u>Стр.</u>
ВВЕДЕНИЕ .....	1 - 14	3
А. Предыстория и цели .....	1 - 7	3
В. Организация и программа .....	8 - 14	4
I. РЕЗЮМЕ РАБОТЫ КУРСОВ .....	15 - 51	5
А. Системы дистанционного зондирования .....	15 - 25	5
В. Визуальная интерпретация спутниковых изображений .....	26 - 30	8
С. Использование спутниковых изображений при картировании систем землепользования .....	31 - 35	9
D. Оценка опасности эрозии почв .....	36 - 42	10
E. Экологическое воздействие регулирования водотока рек .....	43 - 51	12

СОДЕРЖАНИЕ (продолжение)

	<u>Пункты</u>	<u>Стр.</u>
II. ОЦЕНКА КУРСОВ .....	52 - 53	14

Annexes

I. Programme of the course .....		15
II. List of participants .....		20

## ВВЕДЕНИЕ

А. Предыстория и цели

1. На своей тридцать седьмой сессии Генеральная Ассамблея приняла резолюцию 37/90 от 10 декабря 1982 года, в которой она одобрила рекомендацию Второй Конференции Организации Объединенных Наций по исследованию и использованию космического пространства в мирных целях (ЮНИСПЕЙС-82) о том, что Программа Организации Объединенных Наций по применению космической техники должна содействовать росту в развивающихся странах местного ядра и самостоятельной технической базы в области космической науки и техники.

2. На своей тридцать четвертой сессии, состоявшейся в июне 1991 года, Комитет по использованию космического пространства в мирных целях одобрил мероприятия в рамках Программы Организации Объединенных Наций по применению космической техники на 1992 год, предложенные Экспертом по применению космической техники и рекомендованные его Научно-техническим подкомитетом на его двадцать восьмой сессии. Впоследствии на своей сорок шестой сессии Генеральная Ассамблея одобрила мероприятия Программы на 1992 год (резолюция 46/45 от 9 декабря 1991 года).

3. В соответствии с резолюцией 46/45 и рекомендациями ЮНИСПЕЙС-82 Отдел по вопросам космического пространства включил в программу работу на 1992 год в качестве мероприятия своей Программы по применению космической техники организацию учебных курсов по вопросам дистанционного зондирования для преподавателей. Эти учебные курсы были также организованы как часть вклада правительства Швеции в проведение Международного года космоса (МГК-92), который предусматривает создание национального потенциала в области дистанционного зондирования путем предоставления соответствующей подготовки для преподавателей.

4. Международные учебные курсы Организации Объединенных Наций по вопросам дистанционного зондирования для преподавателей были организованы в сотрудничестве с правительством Швеции при посредстве Шведского агентства по международному техническому и экономическому сотрудничеству (БИТС) и проводились в Стокгольмском университете и в помещениях Шведской космической корпорации ("ШКК Сателлитбилд") в интересах развивающихся стран. Курсы проходили в Стокгольме и Кируне с 11 мая по 12 июня 1990 года.

5. Основная задача курсов состояла в расширении практических знаний и навыков преподавателей из развивающихся стран в области технологии дистанционного зондирования и в наделении их возможностями для включения отдельных аспектов этой технологии, когда это целесообразно, в учебные программы в своих университетах и институтах.

6. Настоящий доклад, охватывающий предысторию, цели и организационные аспекты указанных учебных курсов, а также включающий в себя резюме представленных материалов, подготовлен для Комитета по использованию космического пространства в мирных целях и его Научно-технического подкомитета. Участники курсов представят отчеты соответствующим органам в своих странах.

/...

7. Участники выразили признательность Организации Объединенных Наций и правительству Швеции за организацию и проведение курсов, финансовую помощь и обеспечение высокого технического уровня занятий.

#### В. Организация и программа

8. В работе курсов приняли участие 27 человек из следующих стран: Бангладеш, Венесуэла, Вьетнам, Замбия, Колумбия, Коста-Рика, Лаосская Народно-Демократическая Республика, Мексика, Мозамбик, Нигерия, Объединенная Республика Танзания, Пакистан, Панама, Папуа-Новая Гвинея, Свазиленд, Суринам, Таиланд, Уганда, Уругвай, Шри-Ланка, Эквадор и Эфиопия. Список участников курсов содержится в приложении II к настоящему докладу.

9. Выделенные Организацией Объединенных Наций средства были использованы для оплаты путевых расходов (международных авиабилетов) пяти участников. Правительство Швеции обеспечило всех участников жильем и питанием, местным транспортом и средствами на мелкие расходы, а также покрыло стоимость авиабилетов 22 участников.

10. Программа курсов была разработана совместно Отделом по вопросам космического пространства Организации Объединенных Наций, Стокгольмским университетом и Шведской космической корпорацией (ШКК). Организация Объединенных Наций отвечала за общие внешние организационные мероприятия, а правительство Швеции, через Стокгольмский университет, ШКК и БИТС, координировало мероприятия на местном уровне и обеспечивало техническое оборудование, материалы, помещения для проведения курсов и местный транспорт. Программа курсов содержится в приложении I к настоящему докладу.

11. Работу курсов от имени правительства Швеции открыли г-н С. Петерссон, БИТС. С приветствием от Организации Объединенных Наций выступил г-н С. Черников из Управления по вопросам космического пространства. Было получено сообщение от г-на А.А. Абиодуна, эксперта Организации Объединенных Наций по применению космической техники.

12. Сделанные в ходе курсов доклады были посвящены проблемам развития и применения технологии дистанционного зондирования в областях рационального использования природных ресурсов и экологического планирования, а также разработке и организации в участвующих странах учебных программ по дистанционному зондированию. В число других вопросов, рассматривавшихся в ходе пятидневных учебных курсов, входили: обзор применения дистанционного зондирования с уделением особого внимания тематическим исследованиям, в которых использовались данные и спутниковые изображения стран-участников курсов; принципы анализа визуальных и цифровых изображений; использование географических информационных систем (ГИС) в различных сферах применения и обучение по вопросам дистанционного зондирования. Участники также приобрели опыт работы на месте, с ними были проведены практические и учебные занятия в соответствующих областях.

13. Ряд лекторов и участников сделали соображения по проектам/программам, в которых они принимали участие. Эти сообщения касались тематических исследований по проектам, проводившихся в странах Африки, Юго-Восточной Азии и Латинской Америки, а также научных исследований и профессиональной подготовки в области дистанционного зондирования в развивающихся странах.

14. Был организован ряд практических занятий в целях приобретения участниками навыков практической работы в области визуальной интерпретации данных дистанционного зондирования. В дополнение к занятиям на курсах были организованы посещения наземной станции ШКК в Эсранге, а также помещений и лабораторий ШКК в Сателлитбилде, Кируна.

## I. РЕЗЮМЕ РАБОТЫ КУРСОВ

### A. Системы дистанционного зондирования

#### 1. Система "Лэндсат"

15. Данные и изображение с системы "Лэндсат" поступают с 1972 года. В результате этого большая часть поверхности Земли сейчас хорошо изучена, поскольку снимки одних и тех же районов делаются несколько раз в различные времена года. Такой повторяющийся, т.е. многовременной, охват является одним из наиболее важных преимуществ этой системы, поскольку позволяет обеспечивать раннее обнаружение и контроль за потенциальными экологическими опасностями, а также за сезонными изменениями в сельскохозяйственном производстве, природной растительности и так далее.

16. Другой важной характеристикой - по сравнению с обычной аэрофотосъемкой - являются многоспектральные возможности систем датчиков, установленных на борту спутника. Вместо того, чтобы ограничиваться получением изображений поверхности в видимой или очень близкой инфракрасной области электромагнитного спектра с помощью фотокамеры и фотопленки, многоспектральная система "Лэндсат" регистрирует изображения в нескольких диапазонах видимого, ближнего и теплового инфракрасного участков спектров. Анализ изображения, полученного в какой-либо конкретной части спектра, или же комбинации двух или большего числа диапазонов (изображений) могут помочь различать элементы поверхности и детали, которые в противном случае с трудом поддавались бы разграничению. Интервалы диапазонов волн для двух систем датчиков, установленных на "Лэндсат" - его многоспектральном сканере MSS и устройстве для тематического картографирования (TM), - приводятся в таблице ниже. Пространственное разрешение изображения, получаемого с помощью датчика MSS, составляет 80 м, а для датчика TM - 30 метров.

#### Рабочие диапазоны волн датчиков "Лэндсат" и СПОТ

(мкм)

Номер диапазона	"Лэндсат"		СПОТ	
	MSS	TM	SX	P
1	0,5-0,6	0,45-0,52	0,50-0,59	0,51-0,73
2	0,6-0,7	0,52-0,60	0,62-0,68	
3	0,7-0,8	0,63-0,69	0,79-0,89	
4	0,8-1,1	0,76-0,90		
5		1,55-1,75		
6		10,4-12,5		
7		2,08-2,55		

/...

## 2. Система СПОТ

17. Спутниковая система СПОТ во многих отношениях аналогична системам "Лэндсат". Она имеет аналогичные многоспектральные и многовременные характеристики, а также возможность охвата больших участков поверхности.

18. Значительным отличием является способность системы СПОТ обеспечивать получение изображений одного и того же участка поверхности с последующих витков орбиты. В то время как "Лэндсат" позволяет получать лишь плоскостное (одномерное) изображение земной поверхности, находящейся непосредственно под спутником, СПОТ может быть запрограммирован таким образом, чтобы наблюдать за одним и тем же участком в течение своих трех последующих (или предыдущих) орбит. Это обеспечивает получение квази-стереоскопического изображения, которое может использоваться для топографического картирования. Недавние исследования свидетельствуют о возможности получения топографических орто-фотокарт в масштабах 1:50 000 или более с контурными интервалами 20 м путем прямых измерений, основанных на данных цифрового изображения.

19. Система СПОТ обеспечивает получение изображений земной поверхности с разрешением 20 м в многоспектральном режиме и 10 м - в панхроматическом режиме. Однако более высокая разрешающая способность системы СПОТ приводит к повышению до девяти раз числа элементов изображений. Для обработки всех этих данных площадь участка была сокращена примерно до 0,1 по сравнению с системой MSS "Лэндсат", т.е. до размера 3600 км<sup>2</sup>. Для охвата одного и того же участка по сравнению с системой "Лэндсат" потребуется большее количество изображений СПОТ, при этом расходы будут выше.

## 3. Стандартная продукция системы "Лэндсат"

20. Обзорные изображения, называемые также изображениями для "быстрого просмотра", можно заказывать в виде отпечатанных в небольшом масштабе на бумаге изображений "Лэндсат" для проверки обычного покрова и определения географических координат. Эти снимки поступают с датчиков MSS, однако охватывают те же участки, съемка которых одновременно с этим производится системой ТМ.

21. Изображения с полной разрешающей способностью могут быть заказаны в виде черно-белых или цветных отпечатков на фотобумаге или фотопленке. Спектральные диапазоны могут быть выбраны для конкретных целей и совмещаться для получения цветного композитного изображения. Вследствие повышения количества пикселей в соответствующих изображениях ТМ фотопродукты ТМ обрабатываются только в виде четвертой части каждого участка поверхности. Наиболее часто для оригиналов MSS на фотопленке используется масштаб 1:1 000 000, а для изображений ТМ на фотопленке - 1:500 000 (четвертая часть участка).

22. Данные MSS и ТМ в цифровой форме получаются по всему участку поверхности или во всех спектральных диапазонах или в каком-то одном диапазоне спектра. Можно также заказать данные ТМ, охватывающие лишь четверть полного изображения MSS. Данные поставляются либо в необработанном виде, либо скорректированными с учетом радиометрических изменений и геометрических искажений.

#### 4. Стандартные продукты системы СПОТ

23. Стандартные продукты системы СПОТ состоят из изображений всего участка поверхности или его частей. Участок обычно имеет длину 60 км и ширину 60-80 км в зависимости от того, получается ли изображение вертикально или с наклоном. Участки идентифицируются по заранее нанесенной на земную поверхность координатной сетке с соответствующей широтой и долготой.

24. Стандартные продукты могут заказываться на трех уровнях обработки:

Уровень 1А. Это в целом "сырые" (необработанные) данные. Поступившая с датчиков информация была обработана для нормализации каждого диапазона спектра. Конкретно указаны коэффициенты калибровки между диапазонами и абсолютными значениями. Геометрическая коррекция не производится. Конкретно указывается угол обзора. Такой уровень обработки особенно хорошо подходит для проведения базовых радиометрических исследований и стереопрооекций;

Уровень 1В. Данные скорректированы для устранения систематических ошибок в плане радиометрии и геометрии и для внесения поправки на вращение Земли, а также кривизну и угол съемки;

Уровень 2. Геометрически прецизионно-скорректированный продукт. Помимо радиометрической коррекции уровня 1В, это изображение корректируется на основе контрольных точек на карте или поверхности земли и представляется, по желанию, в виде картографической проекции. Обработка производится без цифровой модели поверхности. Это означает, что на участках, имеющих относительно низкий рельеф местности и почти вертикальные углы обзора, для панхроматических изображений может достигаться позиционная точность в размере 5 м, а для многоспектральных изображений - 10 метров.

#### 5. Специальные продукты системы СПОТ

25. Помимо вышеупомянутых стандартных продуктов уже имеется или будет иметься в ближайшем будущем ряд специальных продуктов, включая:

- совмещенные многоспектральные и панхроматические данные
- перекрывающие друг друга изображения участков вдоль траектории полета спутника
- мозаичное изображение двух прилегающих участков вдоль траектории полета спутника
- мозаичное изображение четырех прилегающих участков
- изображение одной четверти участка на фотоленке
- изображения на пленке большого формата
- стереоскопические пары
- цифровые модели местности, полученные на основе стереоскопических пар СПОТ

геометрическое декодирование "Уровня 3" с использованием контрольных точек на земной поверхности и цифровых моделей местности с целью устранения местных искажений.

#### В. Визуальная интерпретация спутниковых изображений

26. Когда система "Лэндсат" была введена в эксплуатацию, ожидания в отношении ее практического применения, особенно в развивающихся странах, были весьма высоки. Одной из многих важных задач, которые необходимо было решить для того, чтобы бороться с увеличением нагрузки на земельные ресурсы, являлось наблюдение за изменениями окружающей среды и запасами природных ресурсов в районах, в которых отсутствовали традиционные системы мониторинга, применяемые в промышленно развитых странах (т.е. наземные и самолетные системы дистанционного зондирования).

27. Однако довольно низкая разрешающая способность первых изображений и огромные объемы данных говорили в пользу разработки систем анализа данных на базе ЭВМ. Когда такие системы были впервые внедрены в развивающихся странах, для их использования привлекались иностранные технические и людские ресурсы, в то время как знания и опыт местных специалистов в отношении земельных ресурсов в большинстве случаев не использовались. Многие исследования до настоящего времени проводились иностранными специалистами и не сопровождались обучением местных экспертов принципам, на которых основывалась эта технология. После того как иностранные специалисты уезжали, полученные местными экспертами знания оказывали лишь ограниченное влияние на новые практические применения и на процесс развития. Кроме того, имели место повышенные ожидания в отношении дистанционного зондирования с применением ЭВМ, и поэтому отсутствие практических результатов в определенной степени привело к разочарованию среди местных специалистов.

28. Во многих случаях визуальная интерпретация спутниковых изображений и знание физических процессов, обеспечивающих их получение, может оказаться лучшей альтернативой цифровому анализу, особенно в развивающихся странах. Это позволит шире привлекать местных специалистов и обеспечит лучшую применимость результатов. Применению этого подхода будет способствовать внедрение спутниковой системы СПОТ, имеющей гораздо большую разрешающую способность и возможность получения стереоизображений.

29. Одно из преимуществ визуальной интерпретации заключается в том, что одно и то же оборудование может использоваться для традиционной интерпретации и картографирования с помощью аэрофотоснимков. Все развивающиеся страны имеют необходимые технические средства и, что еще важнее, компетентных специалистов, обладающих хорошим знанием местных условий. И напротив, многие исследования на базе ЭВМ должны проводиться с использованием иностранного оборудования и специалистов.

30. Практическое применение визуальной интерпретации спутниковых изображений расширилось в развивающихся странах вследствие настоятельной потребности обеспечить быстрый доступ к фактическим данным с целью оценки земельных и водных ресурсов. В большинстве случаев визуальная интерпретация изображений "Лэндсат" и СПОТ заключалась в интерпретации черно-белых изображений, полученных в различных диапазонах спектра, или же в интерпретации композитных



изображений в условных цветах. Зачастую производится двукратный или многократный временной анализ с целью улучшения классификации различных элементов рельефа или контроля за ежегодными или сезонными изменениями.

С. Использование спутниковых изображений при  
картировании систем землепользования

31. Обследования систем землепользования, основанные на применении спутниковых изображений, в сочетании с наземными измерениями не настолько хороши, как результаты, полученные в ходе фотоинтерпретации изображений, однако не намного хуже. Например, интерпретация аэрофотоснимков в масштабе 1:250 000 части территории Судана потребовала восемь человеко-месяцев на 1000 км<sup>2</sup> по сравнению с 1,5 человеко-месяцами на 1000 км<sup>2</sup> при проведении съемки аналогичного участка с использованием изображений "Лэндсат" в сочетании с частичной фотоинтерпретацией. Небольшая группа за один год смогла провести интерпретацию изображений "Лэндсат" территории Эфиопии в масштабе 1:1 000 000, что было бы немыслимо при использовании аэрофотоснимков.

32. Таким образом, ценность результатов обследования на основе спутниковых изображений может быть и ниже, но не намного - возможно, они составляют примерно половину ценности результатов наземных съемок, однако их стоимость по крайней мере в 10 раз меньше. Поэтому результаты, с учетом их себестоимости, несомненно, лучше; кроме того, они получаются гораздо быстрее. Учитывая тот факт, что полезность рекогносцировочных обследований при планировании развития ограничена, их цели могут удовлетворительным образом достигаться путем проведения съемок на основе спутниковых изображений.

33. Первоначальный этап, т.е. этап проведения временных границ на основе спутниковых изображений, в принципе не отличается от интерпретации аэрофотоснимков. Производится идентификация и делимитация структур выявленных элементов рельефа и земной поверхности (растительность/землепользование). Их временное описание носит более субъективный и предварительный характер, чем при стереоскопическом просмотре аэрофотоснимков, что позволяет добавлять или изменять большее количество деталей в ходе полевых измерений. В настоящее время наилучшим способом проведения рекогносцировочных съемок является комплексная процедура, объединяющая полный охват с помощью спутниковых изображений и традиционную фотоинтерпретацию испытательных участков.

34. Карта систем землепользования в бассейне водосбора Бол. Рвахи в центральной части Танзании была составлена в 1976 году. Площадь водосборного бассейна составляет около 65 000 км<sup>2</sup>, и единственным практическим способом картографирования систем землепользования являлось применение спутниковых изображений. Было установлено, что подробная информация, получаемая с помощью спутниковых изображений, менялась в зависимости от факторов, связанных с земной поверхностью, рельефом почвы и растительностью. Наиболее подробную геоморфологическую информацию можно было получить на таких открытых участках, как открытые и поросшие лесом поля, а также такой пересеченной местности, как островные горы и т.д. Наименьшее количество информации было получено с поросших лесом участков с низким рельефом, на которых небольшие геоморфологические элементы (например, земельные участки, т.е. facets) едва можно было отличить на фоне сильных сигналов от растительного покрова.

35. Наибольшее преимущество использования спутниковых изображений вместо традиционных аэрофотомозаик при составлении карт систем землепользования заключается в том, что на больших площадях преобладают одни и те же цвета, представляющие один и тот же тип местности или растительности. Цвета являются хорошими индикаторами типов почв и условий дренажа вследствие различий в содержании влаги и растительности. Изображения со спутника СПОТ впоследствии проверялись при составлении карт систем землепользования того же участка, а просмотр стереоизображений еще более расширил возможности интерпретации систем землепользования и деления этих систем на земельные фацеты.

#### D. Оценка опасности эрозии почв

36. Целью анализа опасности эрозии почв является описание физической опасности такой эрозии на больших площадях. Оценка опасности эрозии связана с наблюдением за большим числом влияющих на эрозию факторов, таких, как эрозионный характер дождевых осадков, эрозионность почв и растительный покров. Методы оценки предусматривают также изучение таких переменных, которые наилучшим образом описывают влияние каждого фактора на эрозию почвы, позволяют строить индивидуальные модели пространственного распределения каждой переменной и затем объединять их для получения комплексной оценки опасности.

37. В методе, разработанном для стран Южной Африки, оценки связанных с эрозией почв опасностей основаны главным образом на физических данных об эрозионном характере дождевых осадков, эрозионности почв, растительном покрове/ типе землепользования и топографии (при этом информация о рельефе собирается с топографических карт). В этих странах выпускаются карты эрозии почв, при этом на карте каждой страны показаны районы потенциальной опасности. Практические результаты применения этого метода особенно очевидны в том случае, если необходимо провести быструю оценку опасности на более мелких участках или на участках, в отношении которых отсутствуют точные физические данные о почвах, топографии и дождевых осадках. В таких случаях рекомендуется применение методов дистанционного зондирования.

38. В ходе недавно проводившегося в Танзании изучения экологических опасностей, связанных с проектом создания гидроэлектростанции на реке Мтера, опасность эрозии почвы оценивалась путем интерпретации спутниковых изображений СПОТ в сочетании с ограниченными полевыми съемками. Спутниковые изображения СПОТ использовались для анализа и изучения стереофотоснимков на слайдах (цветные композитные изображения в условных цветах) в масштабе 1:400 000. Интерпретация проводилась с использованием усовершенствованного стереоскопа, а полученные результаты наносились на маски из прозрачной пленки, охватывающие увеличенные изображения в масштабе 1:100 000. На карту водосборного бассейна наносились все элементы вплоть до оврагов первого порядка и геоморфологических единиц (систем землепользования, земельных фацетов) в зависимости от их значения как источников отложений и осадков, зон осадкообразования и районов временного хранения осадков.

39. Классификация интенсивности эрозии велась на основе южноафриканской системы, разработанной для интерпретации аэрофотоснимков. Впоследствии эта система была модифицирована для использования при интерпретации спутниковых изображений. Поскольку эрозия типа "поверхностный смыв" легче всего обнаруживается на спутниковых изображениях вследствие выхода на поверхность

имеющих высокий коэффициент отражения подпочвенных слоев или отложений осадков на полях, было вполне естественно сосредотачивать проведение обследования лишь на эрозии этого типа. Классификация и интерпретация проводились по квадратам 1 x 1 км, перенесенным на прозрачную маску. Вследствие высокой разрешающей способности изображений СПОТ можно было сохранять первоначальные пять классов эрозии. Поэтому эрозия почв описывается в следующих терминах:

- Первый класс: Отсутствие видимых изменений. Отсутствуют видимые признаки эрозии. Уровень управления, по-видимому, является высоким;
- Второй класс: Незначительная. На изображениях наблюдаются подвергшиеся эрозии районы (светло-голубые тона). Вывод о наличии эрозии делается на основании состояния покрытия, корневой системы растений и наличия отложений (данные наземных наблюдений);
- Третий класс: Умеренная. На изображениях заметны пораженные эрозией участки. Растительный покров очень редкий, а осадочные отложения обширны. Связано с наличием небольших ручьев (данные наземных наблюдений);
- Четвертый класс: Сильная. Поверхностный смыв почвы в такой степени всегда связан с наличием ручьев и оврагов. Большая часть горизонта А смыта;
- Пятый класс: Очень сильная. Такая же, как и в четвертом классе. Эрозия такого типа охватывает большую часть площади участка, ассоциированного с овражной эрозией класса 5.

40. Было добавлено два новых класса для выделения различных областей накопления или временного хранения осадков. Класс I соответствует накоплению осадков на коллювиальных склонах; класс II соответствует отложению осадков при затоплении равнинных участков, веерообразном аллювиальном отложении или разветвляющемся зандровом отложении.

41. Экологические опасности, угрожающие окружающей среде в районе водохранилищ, связаны с изменениями в землепользовании, приводящими к деградации растительности и почв, в результате чего повышается объем смываемых в водохранилище осадков. Однако в данном случае большая часть отложений переносится в водоемы крупными реками. По оценкам, сделанным на основе результатов предыдущей программы сбора образцов воды, в водоемы ежегодно переносится  $4 \times 10^6$  тонн отложений.

42. В исследовании СПОТ проводилось составление карт гидрографической сети (водотоки и овраги), геоморфологических единиц и интенсивности поверхностного смыва (путем визуальной интерпретации изображений СПОТ). Для оценки опасностей использования плохих методов управления для района водохранилища проводился факторный анализ на основе результатов тематического картирования. Для различных районов использовались следующие классы:

/...

a) гидрографическая сеть:

- 1) районы с закрытым дренажом, дренажом в районы, находящиеся вверх по течению основных районов седиментации и т.д.;
- 2) дренаж по каналам (оврагам) с прямым выходом в реки, непосредственно втекающие в водохранилище;
- 3) районы с высокой плотностью дренажа (т.е. покрытые оврагами) с прямым стоком в водохранилище;

b) интенсивность эрозии:

- 1) эрозия класса 1, отложение классов I и II;
- 2) эрозия классов 2 и 3;
- 3) эрозия классов 4 и 5;

c) шкала экологической опасности:

0-5: низкая

6-8: умеренная

9: высокая

E. Экологическое воздействие регулирования водотока рек

43. Мониторинг окружающей среды и экологическое изучение заиления рек позволяет выявить и описать ряд действий, которые необходимо рассмотреть до, в ходе и после строительства плотины. Мониторинг изменений окружающей среды необходимо проводить непосредственно на местах или - для некоторых целей исследования - косвенно другими методами, такими, как дистанционное зондирование.

44. В любом проекте освоения рек важно иметь планы на будущее до и в ходе строительства, а также когда водохранилище заполнено до своего полного уровня и начался этап его коммерческого использования. Планирование до начала строительства включает подготовку проектной документации таким образом, чтобы можно было прогнозировать и контролировать будущие изменения. Поэтому система контроля должна также обеспечивать наблюдение за изменениями таким образом, чтобы влияние на этапе строительства можно было бы отличать от долговременных изменений.

45. Можно изучать следующие факторы:

a) Геоэкология находящегося вверх по течению водосборного бассейна.

Такие исследования должны включать информацию по таким вопросам, как геоморфология и геоморфологические процессы (т.е. эрозия почв, дренаж, склоны), климат и гидрология, растительность и землепользование, а также все факторы, которые имеют значение при оценке опасностей, связанных с эрозией почв, и опасностей для окружающей среды;

b) Водохранилище и окружающий его район. Такие исследования должны включать изучение следующих вопросов: морфология, колебание уровня воды, деградация почв в прилегающих районах, застройка вдоль береговой линии (имеет значение для переносимых водой заболеваний и окружающей людей среды), накопление осадков в водохранилище, качество воды и водная растительность.

46. Невозможно точно определить, какого рода водная растительность будет развиваться в водохранилище. Рост растительности зависит от большого числа взаимосвязанных экологических факторов, таких, как кислотность воды и почвы, наличие растворенных питательных веществ и кислорода, температура воды, ветра и волн и ежегодный сброс воды. Однако можно с уверенностью сказать, что водная растительность претерпит ряд изменений в направлении создания определенного равновесия. Процесс создания "стабильной" водной растительности занимает долгое время и будет обусловлен главным образом размерами сброса воды в течение целого ряда лет, а также ежегодными колебаниями уровня воды. Двумя наиболее важными факторами являются объем дождевых осадков и требования о регулировании, причем ни те, ни другие не известны и не поддаются прогнозированию.

47. Водное растение можно назвать сорняком в тех случаях, когда оно начинает причинять проблемы, например в том, что касается вопросов хранения и инженерно-технической эксплуатации водохранилища или же его многоцелевого использования.

48. Быстрый или же бурный рост водных сорняков в течение первых лет существования искусственного озера, подобный тому, который наблюдался в водохранилище Кариба и в озере Вольта, обусловлен наличием в воде высокого уровня питательных веществ, поступающих в нее в результате разложения органических веществ, оказавшихся в зоне затопления.

49. Районы, находящиеся вниз по течению. Подлежащие наблюдению факторы связаны с морфологией и переносом осадков (т.е. с тем, каким образом изменение водного режима влияет на эрозию берегов рек и перенос осадков), а в некоторых случаях с тем, каким образом уменьшение объема переносимых осадков и изменение водного режима влияет на прибрежные районы, находящиеся вниз по течению поймы, и качество воды.

50. Водная среда или ее изменения имеют весьма важное значение при развитии некоторых заболеваний в Африке. Кроме того, важно контролировать изменения, происходящие в окружающей среде. Например, размножающиеся в воде москиты являются переносчиками малярии и связанных с филярией заболеваний. Черная тля, которая также размножается в воде, является переносчиком возбудителя речной слепоты.

51. Распространению бильхарциллёза способствует распространение водных улиток, которые служат переносчиком возбудителя этой болезни. Сама вода может также оказывать влияние более косвенным образом на возникновение заболеваний. Например, если из-за наличия воды растительность меняется и становится более густой, она может служить подходящей средой для заболевания, переносимого мухой цеце.

## II. ОЦЕНКА КУРСОВ

52. По завершении работы курсов участникам было предложено заполнить анкету, содержащую вопросы, касающиеся различных аспектов содержания и организации курсов, включая выделенное для отдельных тем и практических занятий время, а также актуальность содержания курсов для их повседневной деятельности. После этого было проведено обсуждение проблем обучения по вопросам дистанционного зондирования в развивающихся странах. В ходе этого обсуждения участники высказали ряд замечаний относительно результатов работы курсов и свои рекомендации в отношении проведения таких курсов в будущем.

53. Все участники высказали мнение о том, что общая организация и планирование занятий были на высоком качественном уровне. В зависимости от своего опыта и области специализации некоторые участники отметили, что следовало бы уделить больше времени вопросам, связанным с географическими информационными системами и обучением по вопросам дистанционного зондирования. Все участники указали, что уровень и форма проведения курсов соответствовали конкретным потребностям их образовательной и академической деятельности. Участники выразили благодарность правительству Швеции и Организации Объединенных Наций за организацию этих учебных курсов.

Annex I

## PROGRAMME OF THE COURSE

## I. INTRODUCTION

<u>Date</u>	<u>Time</u>	<u>Subject</u>	<u>Speaker</u>
Monday 11 May	10 a.m.	Introductory lectures:	
		Remote sensing and global change	Prof. Thomas Rosswall
		Remote sensing - current status and future trends of the technology	Prof. Leif Wastenson
	2 p.m.	Management of natural resources and the environment - role of of remote sensing	Mrs. Marie Byström
	2.45 p.m.	Presentation of the Department of Physical Geography	Carl Christiansson Stig Jonsson and Bengt Lundén

## II. FUNDAMENTAL PRINCIPLES

Tuesday 12 May	9 a.m.	Electromagnetic radiation, the reflective properties of the Earth and elementary optics	Dr. Johan Kleman
	1 p.m.	Electromagnetic radiation, the reflective properties of the Earth and elementary optics (continued)	Dr. Kleman
Wednesday 13 May	9 a.m.	Electronic imaging	Prof. Quiel
	1 p.m.	Electronic imaging (continued)	Prof. Quiel
Thursday 14 May	9 a.m.	Modern cartography in thematic mapping	Dr. Göran Alm
	1 p.m.	Image geometry and map	Dr. Göran Alm

/...

<u>Date</u>	<u>Time</u>	<u>Subject</u>	<u>Speaker</u>
Friday 15 May	9 a.m.	Image interpretation - theory	Dr. Göran Alm
	1 p.m.	The new generation of environmental satellites - the case of ERS-1	Mr. Jürg Lichtenegger

### III. IMAGE INTERPRETATION

Monday 18 May	9 a.m.	Earth resources and environmental satellites	Prof. Friedrich Quiel
		Lectures on the use of imagery for:	
	1 p.m.	(a) Land-use planning and environmental monitoring	Prof. Friedrich Quiel
	2.30	(b) Geological studies	Prof. Bengt Lundén
Tuesday 19 May	8.30 a.m. to 4.30 p.m.	Case-studies	
Wednesday 20 May	8.30 a.m. to 4.30 p.m.	Case-studies	

### AFRICA

		Land and water development in Ethiopia	Dr. Rolf Ake Larsson
		Land degradation and soils in Lesotho	Prof. Bengt Lundén
		Land-use mapping in the United Republic of Tanzania	Prof. Lennart Strömquist

### SOUTH-EAST ASIA

		Environmental impact assessment of hydropower development in the Lao People's Democratic Republic	Prof. Strömquist
--	--	--	------------------

/...



<u>Date</u>	<u>Time</u>	<u>Subject</u>	<u>Speaker</u>
		Environmental impact assessment of the closure of a river arm in Bangladesh	Dr. Rolf Ake Larsson
		Land degradation and soils in Lesotho	Prof. Bengt Lundén
		LATIN AMERICA	
		Ecuador	Dr. Rolf Ake Larsson
		Land-use mapping in the United Republic of Tanzania	Prof. Strömquist
		Land degradation and soils in Lesotho	Prof. Bengt Lundén
IV. DIGITAL IMAGE PROCESSING AND ANALYSIS/GIS			
Thursday 21 May	9 a.m.	Digital analysis	Prof. Wolter Arnberg
	1 p.m.	Computer image enhancement	Prof. Arnberg
Friday 22 May	9 a.m.	Geographical Information Systems (GIS theory)	Prof. Friedrich Quiel
	1 p.m.	GIS theory (continued)	Prof. Quiel
Monday 25 May	8.30 a.m.	Computer-aided analysis	Prof. Bengt Lundén
	1 p.m.	Computer-aided analysis (continued)	Prof. Lundén
Tuesday 26 May	8.30 a.m.	GIS exercise	Prof. Lundén
	1 p.m.	GIS exercise (continued)	Prof. Lundén
V. REMOTE-SENSING EDUCATION AND PROJECT MANAGEMENT			
Wednesday 27 May	8.30 a.m.	Project management - theoretical background and role-playing exercise	Ms. Kristina Boman
	1 p.m.	Project management (continued)	Ms. Boman

/...

<u>Date</u>	<u>Time</u>	<u>Subject</u>	<u>Speaker</u>
	2 p.m.	In-service remote-sensing training in the developing countries	Dr. Rolf Ake Larsson
	6 p.m.	Departure from Stockholm harbour. Cruise to Helsinki, Finland	
Thursday 28 May		Cruise to Helsinki, Finland and back. During the cruise, lectures and work in groups on remote-sensing education	
to Sunday 31 May		case-studies under the direction of Professor Wolter Arnberg take place.	

#### VI. REMOTE-SENSING APPLICATIONS

Monday 1 June		Fieldwork exercise. Excursion in the fieldwork area, demonstration of image material, exercises in landscape feature interpretation	Prof. Strömquist
Tuesday 2 June		Fieldwork exercise: image interpretation	Prof. Strömquist
Wednesday 3 June		Presentation of results of the field exercise	Prof. Strömquist
Thursday 4 June		Demonstration of the production facilities at Satellitbild	
		Satellite data processing, image production, satellite image maps	Mr. Torbjörn Westin Mr. Dan Klang Mr. Tommy Lundquist
		Digital map production at the National Land survey, LM-Kartor	Mr. Mats Dahlberg
		Presentation of case-studies from SSC Satellitbild	Mr. Henric Osterlund Mr. Lars Björk
		Visit at the Salmijärvi and Esrange receiving stations. Data reception, pre-processing	

/...

<u>Date</u>	<u>Time</u>	<u>Subject</u>	<u>Speaker</u>
Friday 5 June		Practical applications: visual interpretation exercises in groups using imagery in (simulated) projects from the participants' home countries	Mrs. Marie Byström
Saturday 6 June		Practical applications (continued)	Mrs. Byström
Tuesday 9 June		Practical applications (continued). Preparations for the presentation of the results of the visual interpretation project work.	Mrs. Byström
Wednesday 10 June		Presentation of the results of the visual interpretation project work	Mrs. Byström
VII. NEEDS OF THE USER			
Thursday 11 June	9 a.m.	Data acquisition, data correction, image production and costs. How to select the right type of data for a given task	Mr. Alf Erik Oskog, Mr. Jan Unga, Mr. Samuel Forslund, Mr. Per Zeidlitz, Mr. Jörgen Ek, Mr. Anders Persson
	2 p.m.	Trends in remote-sensing contributions to research and applications in the third world. Discussion between participants and teachers	Dr. Stein W. Bie
Friday 12 June	9 a.m. to 12 noon	Course evaluation Closing ceremony	Prof. Wolter Arnberg, Dr. Rolf Bergström, Dr. Rolf Ake Larssen, Prof. Bengt Lundén

/...

Annex II

LIST OF PARTICIPANTS

AFRICA

Mr. Sirak K. Isak  
Department of Biology  
Addis Ababa University  
P.O. Box 1176  
ADDIS ABABA Ethiopia

Mr. Ademola S. Omojola  
Dept. of Geography and  
Planning  
University of Lagos  
Nigeria

Mr. Nasani Batunqi  
Makerere University  
P.O. Box 16215  
KAMPALA Uganda

Mr. Virgilio P. Ferrao  
National Directorate for  
Geography and Cadastre  
C.P. 2102  
MAPUTO Mozambique

Ms. Miranda Miles  
Dept. of Geography  
University of Swaziland  
P/B 04 KWALUSENI  
Swaziland

Mr. Mufalo M. Mbinji  
Geography Dept.  
University of Zambia  
P.O. Box 32379  
LUSAKA Zambia

Dr. Taiwo R. Ajayi  
Dept. of Geology  
Awolowo University  
ILE-IFE  
Osun State Nigeria

Mr. Pius Yanda  
Institute of Resource  
Assessment  
University of Dar es Salaam  
P.O. Box 35097  
DAR ES SALAAM Tanzania

Dr. Daniel S. Tevera  
Dept. of Geography  
University of Zimbabwe  
P.O. Box MP 167  
HARARE Zimbabwe

SOUTH-EAST ASIA

Dr. Rahman Mohammad R.  
Inst. of Flood Control &  
Drainage Research  
University of Engineering and  
Technology  
DHAKA 1000 Bangladesh

Mr. Jerry Sipunan  
Dept. of Surveying and Land  
Studies  
University of Technology  
LAE  
The Papua New Guinea

Dr. Kaew Nualchawee  
Asian Inst. of Technology  
GPO Box 2754  
BANGKOK 10501  
Thailand

Mr. Somsavanh Phommutha  
Hydropower Eng. Consultants  
Fangum Rd  
P.O. Box 2352  
VIENTIANE Lao PDR

Dr. Amala Jayasekera  
Dept. of Agricultural  
Engineering  
Faculty of Agriculture  
University of Peradeniya  
PERADENIYA Sri Lanka

Mr. Chira Prangkiro  
Dept. of Geography  
Faculty of Social Sciences  
Chiangmai University  
CHIANGMAI Thailand

Dr. Azam A. Khwaja  
Dept. of Earth Sciences  
Quaid-I-Azam University  
ISLAMABAD Pakistan

Dr. Sunil S. Wickramasuriya  
Dept. of Civil Engineering  
University of Moratuwa  
MORATUWA, Sri Lanka

Mr. Nguyen Q. Thin  
Centre for Remote Sensing  
Information Processing  
National Centre for Scientific  
Research  
HANHA DO-TU  
Lien-Hanoi Vietnam

LATIN AMERICA

Dr. Fernando A. Zapata  
Dept. de Biología  
Universidad del Valle  
Apartado Acro, 25360  
CALI Colombia

Dr. Rosa Maria Prol-Ledesma  
Inst. de Geofísica  
Mexican National University  
Universitaria  
COYOACAN 04510  
Mexico D.P.  
Mexico

Ms. Renate Tjon-Lim-Sang  
Centre for Agricultural  
Research  
Adek University  
Faculty of Technology  
P.O. Box 1914  
PARAMARIBO Suriname

Mr. Alvaro S. Burqos  
Center for Geophysical  
Research  
Universidad de Costa Rica  
SAN JOSE Costa Rica

Mr. Alberto Caballero  
Estafeta Universitaria  
Apdo. 10761  
PANAMA CITY  
Republica de Panama

Ms. Ana Maria Martinez  
Dept. of Geography  
Universidad de la Republica  
Tristan Narvaja 1674  
11200 Montevideo  
Uruguay

Mr. Cesar M. Guevara  
Centro de Levantamientos  
Integrados de Recursos  
Naturales por Sensores  
Remotos (CLIRSEM)  
C.P.18-08-8216  
QUITO Ecuador

Mr. Lasford E. Douglas  
Panama Estafeta University  
PANAMA CITY  
Republica de Panama

Ms. Carmen L. Goitia Blanco  
Instituto de Ingeniera Poba  
International in Caracas,  
Venezuela  
Mailing address:  
#438 P.O. Box 02-5255  
Miami, Florida

-----