



Генеральная Ассамблея

Distr.
GENERAL
A/AC.105/617
15 November 1995
RUSSIAN
Original: ENGLISH

КОМИТЕТ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ КОСМИЧЕСКОГО
ПРОСТРАНСТВА В МИРНЫХ ЦЕЛЯХ

ДОКЛАД О РАБОТЕ ПЯТЫХ УЧЕБНЫХ КУРСОВ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ
ПО ВОПРОСАМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

(Стокгольм и Кируна, Швеция, 2 мая - 9 июня 1995 года)

СОДЕРЖАНИЕ

	<u>Пункты</u>	<u>Страница</u>
ВВЕДЕНИЕ	1-9	2
А. Предыстория и цели	1-3	2
В. Организация и программа	4-9	2
I. РЕЗЮМЕ РАБОТЫ КУРСОВ	10-27	3
А. Получение данных дистанционного зондирования	10-13	3
В. Интерпретация и применение изображений	14-21	4
С. Интеграция данных ГИС и составление карт	22-26	5
D. Разработка учебных программ	27	6
II. ОЦЕНКА КУРСОВ	28-30	7
III. ПРЕДЛАГАЕМЫЙ ПЛАН ПОСЛЕДУЮЩИХ МЕР	31	7

Приложения

I. Programme of the course	8
II. Description of projects	14

ВВЕДЕНИЕ

А. Предыстория и цели

1. Пятые учебные курсы Организации Объединенных Наций по вопросам дистанционного зондирования для преподавателей, проведенные в Стокгольме и Кируне, Швеция, со 2 мая по 9 июня 1995 года, были организованы Программой Организации Объединенных Наций по применению космической техники в сотрудничестве с правительством Швеции. Курсы финансировались при содействии Шведского совета по оказанию инвестиционной и технической помощи (БИТС) от имени правительства Швеции и проводились на базе факультета физической географии Стокгольмского университета и Шведской космической корпорации (ШКК "Сателлитбилд").

2. Курсы проводились специально для преподавателей высших учебных заведений развивающихся стран, которые должны были овладеть методикой преподавания отдельных разделов технологии дистанционного зондирования в рамках учебных программ своих университетов.

3. В настоящем докладе освещаются вопросы организации учебных курсов, их технического наполнения и проектные задания, выполненные слушателями курсов. Проблематика проектных заданий отражала как теоретические интересы слушателей, так и существующие проблемы национального развития соответствующих стран. В докладе представлены результаты оценки курсов и предлагаемый план последующих мер. Доклад подготовлен для Комитета по использованию космического пространства в мирных целях и его Научно-технического подкомитета.

В. Организация и программа

4. В начале декабря 1994 года Управление по вопросам космического пространства Организации Объединенных Наций разослало бланки заявлений о приеме на учебные курсы и информационные брошюры в отделения Программы развития Организации Объединенных Наций (ПРООН) для передачи соответствующим национальным органам. Одновременно с этим Стокгольмский университет направил такие же материалы посольствам Швеции в 75 странах и выпускникам предыдущих курсов для распространения на местах. Целевая группа из 75 стран, потребности развития которых отражали приоритеты Швеции, была отобрана БИТС. Впоследствии было получено и совместно обработано Управлением по вопросам космического пространства Организации Объединенных Наций и Стокгольмским университетом свыше 110 заполненных бланков заявлений.

5. На учебные курсы было принято участие 25 человек, в том числе три женщины, представлявших такие страны, как Вьетнам, Египет, Зимбабве, Кения, Непал, Нигерия, Объединенная Республика Танзания, Пакистан, Свазиленд, Сенегал, Уганда, Шри-Ланка и Эфиопия. Занятия вели сотрудники Управления по вопросам космического пространства, БИТС, Европейского космического агентства, ШКК "Сателлитбилд", Стокгольмского университета, Шведского национального космического агентства, Шведского королевского технологического института, Шведского общества охраны природы и Уппсальского университета.

6. Средства для покрытия международных путевых расходов 12 участников из развивающихся стран выделила Организация Объединенных Наций. Оставшуюся часть расходов, в том числе на авиабилеты 13 участников, жилье и питание, учебные материалы и автотранспорт для всех 25 участников, обеспечило правительство Швеции.

7. На церемонии открытия курсов выступили ректор Стокгольмского университета и представитель Управления по вопросам космического пространства. Представитель БИТС вкратце ознакомил участников с политикой Швеции по вопросам оказания помощи и привел некоторые данные о проводимой перестройке шведских организаций по оказанию помощи. С завершением перестройки БИТС взял на себя функции Шведского агентства международного развития и сотрудничества (СИДА).

8. Программа учебных курсов (см. приложение I) была подготовлена факультетом физической географии Стокгольмского университета в консультации с Управлением по вопросам космического пространства. В ходе занятий был прочитан курс лекций и проведены практические занятия в лабораторных и полевых условиях. Были организованы ознакомительные поездки на ряд представляющих

интерес объектов, в том числе на приемные спутниковые станции ЕКА/Салмиярви и Эсрейндж, а также на подземную шахту в Кирунаваре. Шесть дней слушатели курсов провели в Кируне на объекте Шведской космической корпорации "Сателлитбилд", где ведется обработка данных и подготовка карт. Три с половиной дня было отведено слушателям на выполнение задания по визуальной интерпретации изображений дистанционного зондирования отобранных ими регионов их стран. Важным этапом работы учебных курсов были отчеты слушателей о результатах выполненных заданий по визуальной интерпретации. Описание этих проектных заданий приводится в приложении II.

9. В разделе I ниже приведено резюме сообщений по темам, которые прорабатывались на учебных курсах. В резюме дано выборочное описание основных аспектов дистанционного зондирования со спутников и географических информационных систем (ГИС), которые должны быть основательно усвоены пользователями данных дистанционного зондирования для того, чтобы эффективно применять эти знания при решении проблем национального развития или теоретических вопросов, определенных слушателями. В разделах II и III приводится соответственно анализ оценки курсов, а также планов последующих мер.

I. РЕЗЮМЕ РАБОТЫ КУРСОВ

A. Получение данных дистанционного зондирования

10. При анализе проблем, связанных с национальным развитием, в первую очередь проблем оценки природных ресурсов и мониторинга окружающей среды, большое значение имели данные, полученные с помощью ряда различных спутников (таких, например, как европейский спутник дистанционного зондирования (ERS), спутник дистанционного зондирования Земли ("Лэндсат"), спутник наблюдения Земли (СПОТ), "Ресурс", японский спутник дистанционного зондирования земных ресурсов (JERS), индийский спутник дистанционного зондирования (ИРС) и "Метеосат"). В ходе занятий по визуальной интерпретации данных наблюдения Земли над участками суши подчеркивалось значение данных, полученных с помощью спутников "Лэндсат" и СПОТ.

11. Заявки на получение спутниковых изображений и соответствующих продуктов можно было адресовать ряду торговых фирм, включая "Сателлитбилд". Пользователи могли также иметь прямой доступ к метаданным, иными словами к информации о наличии и качестве спутниковых изображений, и могли даже предварительно знакомиться с образцами изображений. Метаданные все чаще можно было получать в виде баз данных на КД-ПЗУ (например, консультационная система базы изображений Европейской архивной сети данных о цвете океанов (ОКЕАН), программа для просмотра КД, известная как "Иония", с данными усовершенствованного радиометра с очень высокой разрешающей способностью (АВХРР)). Доступ к некоторым базам данных можно было также осуществлять через сеть "Интернет".

12. При составлении заявок на изображения, получаемые с помощью дистанционного зондирования со спутников, необходимо учитывать ряд таких важных критериев, как облачный покров, дата и частотность получения изображений, а также спектральные и пространственные характеристики. В то время как, например, общий процентный объем облачного покрова на данном изображении может быть достаточно низким, имевшая место облачность может делать менее различимой интересующую пользователя конкретную географическую зону. Поэтому было желательно до приобретения изображений предварительно их просматривать.

13. Дата получения изображений имела непосредственное значение для различных целей, в которых они в конечном счете могли использоваться. Например, изображения, полученные в сезон дождей, могли пригодиться для определения растительного покрова, но не для картирования форм рельефа или почв. В числе потенциальных видов использования собранных изображений определенную роль играла также возможность повторного пролета спутника над данным районом. В то время как с помощью прибора АВХРР можно было ежедневно получать изображения определенного интересующего географического района, спутники серии "Лэндсат ТМ" и СПОТ обеспечивали возможность повторного пролета над интересующим районом через соответственно 16 и 26 дней. В случае изображений, получаемых с помощью спутников СПОТ, период повторного пролета может быть сокращен до одного или четырех дней благодаря использованию способности этого прибора вести наблюдение со стороны надира,

с тем чтобы облегчить мониторинг таких непродолжительных явлений, как некоторые категории стихийных бедствий.

В. Интерпретация и применение изображений

14. Процесс получения изображений с помощью дистанционного зондирования определялся рядом таких факторов, как характеристики датчика, атмосферы и местности. Многоспектральные данные, получаемые, например, с помощью спутников ИРС, "Лэндсат", "Метеосат" и СПОТ, собирались в различных областях спектра. Эти области спектра были выбраны в целях содействия выявлению представляющих интерес характеристик и проведения между ними различий (например, растительность, почвы, водные ресурсы и облачность) и охватывали как видимую, так и инфракрасную части электромагнитного спектра. Оптические многоспектральные сканеры улавливали солнечную энергию, отражаемую или излучаемую с поверхности различных элементов рельефа. Напротив, радиолокационные спутники, как, например, ERS-1 и 2, JERS и "Радарсат", используют микроволновую область спектра. На этих спутниках установлены приборы, посылающие импульсы микроволновой энергии и измеряющие время прохождения отраженного рассеянного микроволнового сигнала.

15. Многоспектральные сканеры обычно использовались для получения изображений в дневное время. В то время как данные, получаемые с помощью таких сканеров, могли зависеть от локальных атмосферных условий (например, от облачности, препятствующей наблюдению за рельефом поверхности), при получении изображений с помощью радиолокационных спутников таких трудностей не возникало. В целом многоспектральные и радиолокационные приборы работали в различных областях электромагнитного спектра и нередко могли обеспечивать получение взаимодополняющей информации, которая эффективно использовалась для решения различных национальных проблем в области развития.

16. Помимо учета радиометрических характеристик (таких, как число и вид областей спектра) соответствующего датчика по отношению к спектральным характеристикам представляющего интерес рельефа поверхности вид спутниковых изображений, которые были бы полезными для решения определенных прикладных задач, зависел от степени требующейся детализации. Решающим фактором их применения зачастую являлась пространственная разрешающая способность изображений при наблюдении земной поверхности, поскольку на таких изображениях были видны мельчайшие различные элементы рельефа местности. В случае каналов в видимой области спектра спутника "Метеосат", например, пространственная разрешающая способность при наблюдении земной поверхности номинально составляла 2,5 км, а многоспектральные изображения спутников СПОТ - 20 метров. Такой уровень пространственного разрешения обеспечил пригодность многоспектральных изображений СПОТ при подготовке карт с предложенным максимальным масштабом около 1:50 000.

17. Необработанные изображения, полученные с помощью установленных на борту спутников оптических датчиков, корректировались с учетом радиометрических и геометрических искажений с целью облегчить последующую визуальную интерпретацию изображений или их компьютерную классификацию и обеспечить возможность их наложения на существующие карты, если это было необходимо, например в рамках ГИС. С учетом потребностей и возможностей пользователей фирмы, осуществляющие продажу данных дистанционного зондирования со спутников, обычно предлагали ряд различных продуктов изображений с добавленной стоимостью, отражавшей различные уровни обработки и коррекции (например, изображение с системной коррекцией или коррекцией точности). Изображения с системной коррекцией представляли собой такие изображения, которые были скорректированы с учетом предсказуемых искажений в изображении под воздействием таких факторов, как вращение Земли в период получения изображений. В случае изображений с коррекцией точности производились геометрические коррекции с использованием математических преобразований, которые основывались на нескольких точках привязки (наземные контрольные пункты), выявляемых как на нескорректированном изображении, так и на соответствующей планиметрической карте надлежащего масштаба (например, 1:50 000 для изображений "Лэндсат"). В свою очередь требовавшиеся преобразования могли быть рассчитаны на основе использования данных о местонахождении пунктов наземного контроля, определенных с помощью прибора глобальной системы определения местоположения (ГПС). Для облегчения сопоставлений изображений, полученных в различные сроки и при различных условиях, можно было производить радиометрические коррекции, в которых учитывались изменения в освещенности наблюдаемых участков, геометрии наблюдений и характеристик чувствительности приборов.

18. Конечный пользователь мог запрашивать спутниковые данные в цифровом формате или в виде фотоотпечатков. Можно было применять несколько различных способов повышения качества изображений (этапов обработки, которые облегчали расшифровку изображений) путем воздействия на исходные цифровые данные с целью их оптимизации для решения конкретной прикладной задачи. Существовали возможности для использования множества других видов улучшения качества изображения, в том числе путем увеличения контрастности, фильтрации, формирования полосных соотношений, преобразовании интенсивности и насыщенности цветовых гамм, а также формирования комбинированных цветовых изображений. У коммерческих фирм можно было заказывать фотоотпечатки повышенного качества в зависимости от потребностей в рамках того или иного вида применения. В то же время доступ к данным в цифровом формате сообщал пользователю дополнительную возможность по своему усмотрению или по мере необходимости заниматься локальным или глобальным улучшением качества изображений либо их классификаций для решения самых различных прикладных задач. Наличие данных в цифровом формате облегчало также последующее включение информации, полученной с помощью дистанционного зондирования, в ГИС. В то же время для обработки изображений в цифровой форме необходим был доступ к соответствующему оборудованию (например, компьютеру и крупноформатному принтеру) и программному обеспечению, которыми некоторые учебные заведения могли и не располагать. С другой стороны, визуальная интерпретация отпечатков улучшенного качества, полученных на основе изображений в цифровом формате, была менее дорогостоящей.

19. Проверка в полевых условиях тематических карт, подготовленных на основе расшифрованных изображений, представляла собой важный шаг в обеспечении надежности информации, основанной на изображениях, полученных с помощью дистанционного зондирования. Важным и простым прибором для установления соответствия между определенными участками на изображениях и на местности служил традиционный магнитный компас. В то же время росла популярность применения в этих целях приборов ГПС ввиду простоты их использования, умеренной стоимости и высоких уровней точности.

20. На изображениях рельефы местности можно было классифицировать в цифровой форме с использованием самых различных подходов, как контролируемых, так и неконтролируемых. В рамках контролируемого подхода оператор должен был иметь определенные знания в отношении некоторых участков на изображении картируемых категорий (например, почвы, водных ресурсов или видов растительности). Такая информация использовалась для ориентировки последующего процесса компьютерной классификации. В рамках же неконтролируемой классификации выводимые классы определялись путем анализа статистических данных, содержащихся на анализируемых многоспектральных изображениях. Для визуальной классификации осуществлялось повышение качества многоспектральных изображений, с тем чтобы выделить интересующие рельефы (например, мелководные участки в отличие от участков суши) до производства отпечатков и последующей интерпретации. Для упрощения визуальной классификации специалист-аналитик использовал элементы фотографической интерпретации (например тон, текстура, форма, дренаж, формы рельефа, топография и контуры). При визуальной расшифровке на отпечаток трассировались географические границы различных классов. Такие трассы можно было путем преобразования данных в цифровую форму вводить впоследствии в ГИС в виде векторной карты. Векторная карта могла быть преобразована в растровый формат соответственно аналитическим потребностям.

21. Полезность данных дистанционного зондирования для решения самых различных прикладных задач нашла широкое признание, о чем свидетельствовали различные проектные задания, выполненные участниками (см. таблицу в приложении II), которые включали в себя прикладные задачи в связи с наземной и морской средой. Применительно к суше решались в основном задачи, связанные с сельским хозяйством (эрозия почв, обезлесение, планирование землепользования и наносные отложения), геологией и гидрогеологией (эрозия берегов рек, регулирование уровня грунтовых вод), уменьшением опасности стихийных бедствий (оползни, прорывы вод ледниковых озер, снежные лавины, селевые потоки, наводнения и т.д.), метеорологией, загрязнением окружающей среды и урбанизацией. Единственная из прикладных задач, связанная с морской средой, касалась в основном проблем "цветения воды" в связи с буйным развитием морских водорослей.

С. Интеграция данных ГИС и составление карт

22. В ГИС входили компоненты данных, аппаратного и программного обеспечения, что обеспечивало возможности для эффективного хранения, анализа и представления информации. Данные в ГИС имели географические ориентиры (т.е. содержали точные или реальные географические координаты), благодаря чему можно было обеспечить точное наложение различных по содержанию тематических карт одного и того же района. Для достижения этой цели все различные по содержанию карты должны были иметь одинаковые уровни обобщения (т.е. аналогичные масштабы изначально подготавливаемых карт) и аналогичные геометрические проекции. В целом данные в рамках ГИС делились на четыре родовых вида: точки, линии, координатные столы и районы. Районы по своему характеру могли бы быть многоугольными, векторными или растровыми. С такими четырьмя видами данных в ходе пространственного анализа, проводившегося по соответствующему запросу, можно было осуществлять ряд различных операций (таких, как наложение, анализ смежных районов, интерполяция, классификация и анализ временных рядов).

23. Данные в рамках ГИС можно было запрашивать для того, чтобы давать ответы на вопросы, которые требовали лишь поиска данных. Такие операции не были сопряжены с какой-либо манипуляцией между массивами данных. С другой стороны, запросы могли охватывать как простые, так и сложные операции с отдельными массивами данных в соответствии с теми или иными правилами или моделями (например, обработанные, математические, эвристические, экспертно-системные и т.д.). ГИС также могли использоваться в моделировании определенных условий (например, для определения последствий изменений в структуре землепользования с точки зрения опасности увеличения объема стока и наводнений или последствий наличия водных ресурсов для урожаев сельскохозяйственных культур).

24. Способность ГИС оперативно и интерактивно реагировать на вопросы делала ее неоценимым инструментом при принятии решений, поскольку благодаря этому существовала возможность проработки множества предположительных сценариев до принятия окончательного решения. Например, относительно простой вопрос, легко поддававшийся обработке в ГИС, заключался в следующем: "Где расположены пригодные для неорошаемого земледелия участки, которые поддаются применению сельхозмашин и которые расположены в пределах 10 км от основных автомобильных, железнодорожных и речных путей?" Для ответа на этот вопрос требовались данные о почвах, осадках, поверхностных уклонах, а также о сетях автомобильных и железнодорожных и речных путей.

25. При создании ГИС основная задача состояла в том, чтобы собрать такую базу данных, которая помогала бы решать целый диапазон проблем. За исключением случаев, когда данные имелись в цифровой форме, возникала необходимость их преобразования, зачастую дорогостоящим ручным методом (например, ручное преобразование данных в цифровую форму), что могло затруднить задачу по созданию ГИС. Оперативному созданию базы данных ГИС можно было бы помочь через обмен данными. В то же время во избежание проблем, связанных с обеспечением точности данных, необходимо было решать такие вопросы, как стандарты обмена данными. Одним словом, приобретение и ввод полезных данных представляли собой один из самых важных и нередко дорогостоящих аспектов задачи по созданию системы ГИС.

26. Помимо того, что система ГИС обеспечивала аналитические возможности, она нередко использовалась в прикладных картографических областях для подготовки карт на бумаге с указанием отдельных пространственных элементов, выводимых из одного или нескольких цифровых источников, а также по результатам комплексного пространственного анализа. Такой потенциал ГИС создавал возможность подготовки именно таких карт, которые соответствовали предлагаемым целям конечного использования, когда такая необходимость возникала. Для использования этого потенциала в полном объеме требовалось знание картографических концепций, в том числе таких, которые связаны с геодезическими данными, исходным эллипсоидом, проекцией карты и глобальной системой определения местоположения.

D. Разработка учебных программ

27. Условия, которые влияли на идею организации нового учебного курса, во многих отношениях отличались между собой в зависимости от учебного заведения, причем даже для тех из них, которые расположены в одной и той же стране. Поэтому потребовался структурированный подход к задаче составления программы курса с учетом конкретных сдерживающих факторов и возможностей в том или

ином учебном заведении. В предложении о проведении нового курса необходимо проанализировать следующие вопросы: место курса в системе образования (в рамках какого-то курса или в качестве отдельного курса?); слушатели (их квалификация для приглашения на курсы и уровень образования?); цель курса (теоретическая или практическая?); проведение курса (продолжительность и характер лекций и практических занятий?); учебная программа; работа по проектным заданиям (какие виды проектов возможны с учетом имеющейся информации?); оценка (будет ли проводиться оценка слушателей на основе практических занятий и семинаров?); персонал (число имеющихся подготовленных сотрудников и уровень их компетентности); помещения и оборудование; и финансовые вопросы.

II. ОЦЕНКА КУРСОВ

28. Аналитическая работа была выполнена на основе заполненных анкет, содержащих вопросы относительно оценки курсов, усилиями небольшого комитета из числа слушателей, избранных их коллегами. В последний день работы курсов один из членов этого комитета официально сообщил о результатах этого анализа всем присутствовавшим слушателям и представителям БИТС, факультета географии Стокгольмского университета и Организации Объединенных Наций. После этого официального сообщения состоялась дискуссия, в ходе которой все ее участники смогли дополнить сделанный анализ.

29. На основе анализа ответов были сделаны следующие основные выводы:

a) все участники высказали пожелание, чтобы больше времени уделялось практическим занятиям в области дистанционного зондирования и ГИС;

b) по мнению приблизительно 80 процентов участников, курсы были хорошо подготовлены;

c) приблизительно 70 процентов участников сочли курсы чрезвычайно полезными;

d) по мнению приблизительно 90 участников, продолжительность курсов является оптимальной.

30. Некоторые участники высказали предположение о том, что им придется столкнуться с трудностями при применении новых полученных знаний в их повседневной работе. В числе таких трудностей, связанных в основном с отсутствием достаточных средств, упоминалось отсутствие доступа к данным дистанционного зондирования, компьютерам и программному обеспечению для ГИС и обработки изображений.

III. ПРЕДЛАГАЕМЫЙ ПЛАН ПОСЛЕДУЮЩИХ МЕР

31. Учитывая результаты оценки курсов, свидетельствующей о серьезной заинтересованности участников в более глубоком ознакомлении с методами цифровой обработки изображений, Управление по вопросам космического пространства предложило изучить возможность организации с помощью СИДА более продвинутых курсов для преподавателей, занимающихся вопросами дистанционного зондирования, в ходе которых особое внимание можно было бы уделить использованию при применении данных дистанционного зондирования методов использования компьютеров. Участники таких курсов должны быть знакомы с визуальными методами интерпретации изображений и поэтому в их число могли бы войти выпускники данных курсов. Имелось в виду, что предлагаемые курсы можно было бы в последующие годы чередовать с проводимыми вводными курсами.