



Генеральная Ассамблея

Distr.: Limited
14 March 2002

Russian
Original: English

Комитет по использованию космического пространства в мирных целях

Региональные учебные центры космической науки и техники (связанные с Организацией Объединенных Наций)

Учебная программа по спутниковой метеорологии и глобальному климату

Содержание

	<i>Пункты</i>	<i>Стр.</i>
I. Введение	1–5	2
II. Итоги обсуждения в рабочей группе по спутниковой метеорологии и глобальному климату	6–35	3
A. Цель курсов по спутниковой метеорологии и глобальному климату	8–12	4
B. Обзор существующей учебной программы и приобретенного опыта	13–26	5
C. Пересмотренная учебная программа курсов по спутниковой метеорологии и глобальному климату	27–35	8

Приложения

I. Curriculum for the first three courses	15
A. Modules	15
B. Practical exercises	19
C. Pilot projects	21
II. Recommended teaching material	25
III. Explanatory notes for the curriculum	26



I. Введение

1. Несомненно, что погода всегда привлекала внимание людей и вызывала у них практический интерес. Рассмотрению метеорологических явлений отводится значительное место в философских трудах классической древности, однако научное изучение погоды в целом началось в XVII веке, когда были изобретены термометр и барометр. В XVIII веке предпринимались отдельные попытки составить синоптические карты на основе данных приземных наблюдений. Изобретение телеграфа в XIX веке открыло перспективы составления и распространения прогнозов в реальном масштабе времени на основе использования данных, собранных в обширных географических районах. В середине и конце XIX века в нескольких странах при поддержке правительств были созданы сети станций наблюдения. Также в XIX веке получила значительное развитие фундаментальная газогидродинамика и термодинамика, благодаря чему была создана прочная основа для изучения атмосферы в качестве раздела прикладной физики. В последние десятилетия достигнуты впечатляющие успехи как в области наблюдений, так и в области теоретических исследований атмосферы. Достижению такого прогресса в значительной мере способствовали такие факторы, как наличие спутниковых платформ, используемых для систем атмосферных наблюдений, и создание цифровых вычислительных машин для решения нелинейных основных уравнений.
2. Исторически сложилось так, что исследование атмосферы осуществляется в рамках двух дисциплин: метеорологии и климатологии. Климатологию можно определить как науку, изучающую процессы, которые обуславливают средневременное состояние атмосферы, при этом среднее определяется как среднее значение за длительный период (один год или, возможно, несколько лет). Метеорология же имеет дело с разделом физики, изучающим компоненты изменчивости атмосферы, которые характеризуются более частой повторяемостью. Становится все более ясным, что такое разделение является совершенно произвольным и не приносит особой пользы. Циркуляция атмосферы характеризуется изменчивостью во всех временных масштабах, при этом происходят важные взаимодействия между различными частотными составляющими.
3. Значительная часть проводимой в последнее время работы, связанной с мониторингом и моделированием атмосферы, обусловлена осознанием того, что человечество способно существенно (пусть и непреднамеренно) изменить глобальный климат. Особая обеспокоенность выражается в связи с повышением содержания в атмосфере так называемых парниковых газов, например углекислого газа, вследствие промышленной и сельскохозяйственной деятельности. Надежные прогнозы в отношении чувствительности климата к таким антропогенным воздействиям имеют важнейшее значение для разработки стратегий по ослаблению социально-экономических последствий глобального изменения окружающей среды.
4. Главной основой подробных знаний об атмосферной циркуляции и изменениях атмосферных условий является анализ текущих измерений, которые ежедневно проводятся для оперативного прогнозирования погоды. Одна часть этого набора данных наблюдений включает данные измерений скорости и направления ветра, барометрического давления, осадков, температуры воздуха и

влажности, которые проводятся через каждые три часа на нескольких тысячах приземных станций и на торговых судах во всех регионах планеты. Еще одной важной частью архива данных являются данные измерений, производимых радиозондами, которые устанавливаются на беспилотных воздушных шарах. Эти радиозонды представляют собой комплект аппаратуры, которая в ходе подъема воздушного шара через определенные интервалы передает информацию о давлении, температуре и влажности. С помощью визуального или радиолокационного слежения за шаром-зондом можно определять также горизонтальную скорость и направление ветра как функцию высоты. Пуски радиозондов обычно осуществляются один или два раза в день на нескольких сотнях станций, расположенных в различных частях мира. Метеорологические измерения с помощью шаров-зондов обычно ограничиваются диапазоном высот до 30 км.

5. Измерения с помощью шаров-зондов имеют важнейшее значение для исследования трехмерной структуры атмосферной циркуляции, однако они, несомненно, являются ограниченными с точки зрения географического охвата (в частности, над океанами). Пробелы в охвате сетью станций в определенной степени помогают заполнить метеорологические спутники. Геостационарные спутники обеспечивают непрерывное наблюдение облачного покрова в районе тропиков и средних широт. Спутники на довольно низких полярных орбитах оборудованы радиометрами для измерения уходящего излучения у верхнего предела атмосферы. На основе данных таких измерений, производимых в нескольких диапазонах волн, можно получить информацию о вертикальной структуре температуры и влажности. Эти спутники осуществляют сбор информации вдоль гелиосинхронной траектории, что, учитывая вращение Земли, обеспечивает полный охват планеты приблизительно дважды в день.

II. Итоги обсуждения в рабочей группе по спутниковой метеорологии и глобальному климату

6. Управление по вопросам космического пространства в сотрудничестве с Европейским космическим агентством организовало Совещание экспертов Организации Объединенных Наций по региональным учебным центрам космической науки и техники: статус и дальнейшее развитие, которое было проведено во Фраскати, Италия, 3–7 сентября 2001 года. Одна из главных целей Совещания состояла в том, чтобы рассмотреть и обновить учебные программы региональных центров в четырех областях: дистанционное зондирование; спутниковая метеорология; спутниковая связь; и космическая наука.

7. В настоящем докладе изложены итоги обсуждения в рабочей группе по спутниковой метеорологии и глобальному климату. Рабочая группа обсудила цель проведения курсов в этой области, рассмотрела существующую учебную программу курсов, проанализировала опыт, накопленный в рамках проведения курсов в региональных центрах (приложение I), и разработала цели, требования, структуру и пересмотренную учебную программу новых курсов.

А. Цель курсов по спутниковой метеорологии и глобальному климату

8. Одним из конкретных компонентов обучения в области космической науки и техники является курс по вопросам применения метеорологических спутников. Он имеет важное значение, поскольку, несмотря на то, что метеорологические спутники эксплуатируются на протяжении более чем трех десятилетий, большая часть ученых, специалистов и преподавателей в мире до сих пор не осведомлена о том, что существует свободный доступ к данным наблюдений с этих спутников и что эти данные могут непосредственно или в сочетании с другой информацией использоваться в интересах значительных групп населения стран или для решения конкретных проблем, стоящих перед населением, особенно в том, что касается спасания жизни, защиты имущества или рационального использования природных ресурсов.

9. Многие национальные метеорологические управления сознают важность проведения курсов по спутниковой метеорологии для решения своих оперативных задач. Небольшой компонент регулярно проводимых ими учебных курсов посвящен спутниковой метеорологии и охватывает прежде всего синоптические исследования системы погоды с использованием спутниковых изображений.

10. Вопросы, касающиеся глобального потепления, истощения озонового слоя, периодически возникающего южного течения "Эль-Ниньо", взаимодействия океана и атмосферы, а также глобального изменения климата, которые прежде представляли лишь академический интерес, в настоящее время стали весьма актуальными. Данные курсы помимо передачи знаний, касающихся основ и специальных вопросов спутниковой метеорологии, решают прежде всего задачи просвещения в этой области. Основное внимание в рамках этих курсов уделяется работе с цифровыми спутниковыми данными и с динамическими моделями, методам решения задач и осуществлению проектов, имеющих важное значение для страны – организатора курсов.

11. Метеорологические спутники эксплуатируются почти непрерывно с начала космической эры. Их постоянное присутствие на орбите в предстоящие десятилетия практически гарантировано, поскольку общество придает важное значение метеорологическим наблюдениям и прогнозированию погодных явлений. Некоторые страны запускают космические аппараты только для удовлетворения потребностей профессиональных государственных метеорологических служб этих стран, которые отвечают за предоставление прогнозов погоды в интересах гражданских и военных служб. Однако большинство стран, которые запускают метеорологические спутники, предусматривают такой порядок их эксплуатации, при котором все, кто находятся в пределах досягаемости радиосигналов этих спутников, могут бесплатно принимать данные и использовать их для любых целей. Таким образом, считываемые данные непосредственных наблюдений с этих спутников могут использоваться в процессе обучения в школах. Кроме того, данные таких наблюдений могут использоваться для содействия рациональному планированию с учетом погодных условий, для прогнозирования погоды, обнаружения лесных пожаров, оказания поддержки воздушному, морскому и сухопутному транспорту, содействия сельскому хозяйству и рыболовству, а

также для решения целого ряда других задач вне сферы метеорологии. Помимо эксплуатационных спутников в настоящее время имеется несколько научно-исследовательских спутников, которые позволяют получать больше информации об атмосфере и океанах. Спутниковые данные могут использоваться также при составлении численных прогнозов погоды. В рамках метеорологических и климатологических исследований обязательно используется информация, получаемая от географических информационных систем (ГИС). Учебная программа должна охватывать все эти аспекты.

12. Глобальный доступ к данным метеорологических спутников был обеспечен по инициативе Всемирной метеорологической организации (ВМО) с целью содействовать обеспечению того, чтобы знания в области аэрокосмических наук и технологий, которые получили развитие в результате свободного доступа к данным спутниковых метеорологических наблюдений, могли использоваться частными лицами, организациями и государствами, особенно развивающимися странами. Для достижения этой цели ВМО поддерживает создание в различных странах базовых групп специалистов, обладающих навыками анализа и техническими знаниями, с тем чтобы они могли анализировать и осуществлять самые различные программы на местном уровне, в которых технология содействует реализации научных, экономических, учебно-образовательных и гуманитарных программ, направленных на повышение качества жизни широких слоев населения.

В. Обзор существующей учебной программы и приобретенного опыта

13. Организация Объединенных Наций разработала для региональных центров типовую учебную программу по применению спутниковой метеорологии. Первоначальная работа над этой учебной программой была проведена в ходе Совещания экспертов Организации Объединенных Наций/Испании по разработке учебных программ для региональных учебных центров космической науки и техники, состоявшегося в Гранаде, Испания, в 1995 году. В целях получения международного признания и сертификации эта типовая учебная программа была подготовлена таким образом, чтобы дать региональным центрам ориентир того уровня академической подготовки, который необходим для поддержания международного стандарта и характера курсов, а также региональных центров.

14. Данные курсы предусматривают девятимесячное обучение в региональном центре с последующим осуществлением и завершением одногодичного экспериментального проекта на родине участников.

15. На проведенном в 1995 году совещании эксперты наметили, что для участников будет организован курс обучения, призванный расширить их научные знания в области применения метеоспутниковых данных, а также приобрести и углубить опыт в области расчетов и анализа, с тем чтобы в дальнейшем они могли внедрять и с выгодой использовать эту науку и технику в своих родных странах.

16. Экспертами было предложено также, чтобы данный курс охватывал следующие темы:

Состав атмосферы; законы излучения; общая циркуляция атмосферы и океанов

Основы радиометрии; взаимодействие электромагнитного излучения и материи

Термодинамика; динамика; тропическая и внетропическая системы движения; мезомасштабные и синоптические масштабные системы

Прогнозирование погоды; комбинированное использование спутниковых, радиолокационных и обычных данных; числовые методы прогнозирования погоды

Основная информация о видах и орбитах спутников и о спутниковой аппаратуре наблюдения; системы вертикального зондирования на борту спутников и платформы сбора данных *in situ*; выборка метеорологических продуктов

Специализированная обработка и применение спутниковых данных, получаемых спутниками на полярной и геостационарной орбитах, для решения ряда задач хозяйственной деятельности, включая сельское хозяйство, определение температуры укрытия, определение температуры поверхностного слоя почвы, определение количества и распределения осадков, оценку урожая, животноводство, рыболовство и т.д.

17. Были проведены два курса, а в настоящее время проводится третий. Ниже приводится информация о рассмотрении рабочей группой учебных программ курсов.

1. Первые курсы

18. Первые курсы для аспирантов по спутниковой метеорологии и глобальному климату были проведены в Учебном центре космической науки и техники в Азии и в районе Тихого океана в период с 1 марта по 30 ноября 1998 года. Учебный план первых курсов был основан на широких руководящих указаниях, которые были даны на совещании в 1995 году (A/AC.105/649). Включенные в этот курс модули показаны в таблице 1 приложения I. На диаграмме I показана разбивка учебной программы курсов на аудиторные лекции, лабораторные работы, консультации, работу в библиотеке, технические визиты и т.д., которая в значительной мере содействовала составлению расписаний в ходе проведения курсов.

19. В рамках откликов от участников и профессорско-преподавательского состава были получены следующие замечания:

а) тропической метеорологии было уделено чрезмерное внимание; в программу следует включить больше тем, посвященных среднеширотным системам;

б) желательно увеличить число тематических исследований (например, по применению спутниковых данных в моделях численного прогнозирования погоды (ЧПП)) и примеров численных задач;

с) желательно добавить вводный курс по основам физики, математики и компьютерного программирования;

- d) следует увеличить время, выделяемое на такие темы, как изменение климата, радиационный перенос и т.д.;
- e) следует увеличить число консультаций.

2. Вторые курсы

20. Вторые курсы для аспирантов были проведены в Учебном центре космической науки и техники в Азии и районе Тихого океана в период с 1 июля 2000 года по 31 марта 2001 года. С учетом замечаний, полученных от участников и преподавательского состава первых курсов, в учебную программу вторых курсов были внесены следующие изменения:

- a) был включен ориентационный модуль, охватывающий основы математики, статистических методов и вычислительной техники;
- b) был значительно снижен акцент на тропическую метеорологию, включая муссоны и системы тропической суrowsой погоды;
- c) были включены новые лекционные темы, посвященные среднеширотным и внетропическим системам.

21. Модули, которые были охвачены в ходе вторых курсов, показаны в таблице 2 приложения I, а соответствующая разбивка расписания по времени приводится на диаграмме II. Включение ориентационного модуля, охватывающего основы математики, статистики и компьютерной техники, было с удовлетворением встречено участниками и содействовало расширению их знаний.

22. До открытия курсов было решено включить в их программу три документа, охватывающие 20 лекций по таким специализированным областям, как: a) выборка параметров с использованием спутниковых данных; b) усвоение данных и числовые модели; и c) изменение климата. Учитывая результаты обсуждений с участниками, их подготовленность и наличие времени, было решено отказаться от факультативного варианта. Важные аспекты каждого из документов были включены в соответствующие модули. Кроме того, в учебную программу был внесен ряд изменений (например, в ориентационный модуль были включены лекции по динамической метеорологии и физической океанографии).

3. Третьи курсы

23. Третьи курсы, которые планируется провести в Учебном центре космической науки и техники в Азии и районе Тихого океана, начнутся 1 августа 2002 года и закончатся 30 апреля 2003 года. С учетом углубленного анализа вторых курсов в программу третьих курсов были внесены следующие изменения:

- a) во вводный подмодуль включены темы, касающиеся физической океанографии;
- b) снижен акцент на специальные темы, касающиеся радиоактивного переноса и выборки параметров;
- c) большее внимание уделено применению спутниковых данных;

d) увеличено число лекций по глобальному климату; добавлены лекции по краткосрочной изменчивости климата и долгосрочным изменениям климата.

Модули, включенные в третьи курсы, перечислены в таблице 3 приложения I.

4. Практические занятия

24. Помимо обучения теории во второй половине дня проводятся теоретические занятия по использованию спутниковых снимков, применению цифровых данных, выборке метеорологических параметров и интерпретации результатов числового моделирования. Перечень практических занятий каждого из трех курсов приводится в разделе В приложения I.

5. Экспериментальные проекты

25. Подробная информация об экспериментальных проектах, которые осуществлялись участниками в ходе первых и вторых курсов, приводится в разделе С приложения I.

6. Эволюция учебной программы

26. Развитие учебной программы – это непрерывный процесс, предполагающий учет, в частности, совершенствования различных технологий, появления новых возможностей прикладного применения, а также замечания и отклики, поступающие от участников и преподавательского состава. Эволюция учебной программы отражена в таблице 4 раздела В приложения I. По окончании каждого модуля испрашивалось мнение участников, а представленные ими предложения обсуждались и, по возможности, реализовывались на практике. В конце каждого из курсов участники делились своим мнением о них, заполняя обширный вопросник. Преподавателям также предлагалось высказать свое мнение по каждому из курсов. Все полученные отклики принимаются во внимание и обсуждаются учебным советом (группой экспертов, созданной с этой целью). Рекомендации принимаются во внимание при проведении последующих курсов.

С. Пересмотренная учебная программа курсов по спутниковой метеорологии и глобальному климату

1. Задачи

27. Задачи курса по спутниковой метеорологии предусматривают следующее:

а) обучение специалистов из развивающихся стран применению спутниковой техники в метеорологии в целях содействия развитию и повышению социально-экономического уровня их стран;

б) содействие более широкому использованию метеоспутниковых данных и методов для мониторинга и оценки состояния окружающей среды и неблагоприятных метеорологических явлений.

28. Предполагается, что по завершении курса участники будут способны:

- a) выполнять функции координаторов деятельности по совершенствованию навыков и знаний других специалистов в своих странах;
- b) вносить вклад в определение политики, разработку планов, развитие и управление оперативными метеоспутниковыми данными и программами их прикладного применения в своих странах;
- c) способствовать укреплению опоры их стран на собственные силы с целью уменьшения зависимости от внешних экспертов.

2. Требования программы

29. Участники данных курсов должны иметь ученую степень бакалавра наук в математике, физике или метеорологии и не менее, чем пятилетний стаж работы в метеорологии или смежных областях.

3. Структура учебной программы

30. Предлагаемый курс предусматривает реализацию девятимесячной программы работы с последующим осуществлением одногодичного экспериментального проекта на родине участника. Девятимесячный курс состоит из четырех компонентов: основные концепции (два месяца); виды применения спутниковых метеорологических данных (два месяца); числовые модели и аспекты изменения климата (два месяца); разработка проекта и предложения по проекту (три месяца). Первые три компонента объединены, соответственно, в три модуля. Четвертый модуль, который является факультативным и рассчитан на более подготовленных учащихся, охватывает темы, касающиеся потенциальных видов использования перспективных спутников, аппаратуры и т.д. При разработке структуры учебной программы рабочая группа использовала опыт Учебного центра космической науки и техники в Азии и районе Тихого океана.

4. Лекции и практические занятия

31. Рабочая группа предложила 15 часов лекций каждую неделю совмещать с 20 часами практической работы.

5. Оборудование

32. В рамках курсов (A/AC.105/649) требуются следующие программные продукты и оборудование, включая те, которые уже указаны в документе A/AC.105/534:

- наземная станция HRPT (передача изображений с высоким разрешением)
- микрокомпьютеры (с модемами, проигрывателями CD-ROM и т.д.)*
- принтеры
- доступ к Интернет
- факсимильная аппаратура

* Количество необходимого оборудования будет зависеть от числа участников, отобранных для курсов.

наземные станции приема данных геостационарных спутников с высоким разрешением

массивы данных

система графического анализа и визуализации

программы обработки изображений и метеорологических данных

доступ к материалам радиолокационных наблюдений и национальных синоптических прогнозов*

рабочие станции*

станция APT/WEFAX (автоматическая передача изображения/факсимильное оборудование для передачи метеорологических данных)

Географическая информационная система (ГИС)

климатологические атласы*

топографические материалы

учебники

6. Приглашение/вопросник

33. Для содействия региональным центрам в процессе отбора возможным участникам предлагается ответить на вопросник. Каждый из региональных центров может готовить собственный вопросник.

7. Пересмотренная учебная программа

34. Пересмотренная учебная программа курса по спутниковой метеорологии и глобальному климату представлена ниже.

Модуль 1: Основные концепции (два месяца)

1. Метеорология

Атмосферная динамика

Общая циркуляция атмосферы

Тропическая и внетропическая системы погоды

2. Климатология

Компоненты земного климата

Годовые и полугодовые циклы

Изменчивость климата

Обзор планетарного климата

3. Океанография

Значение океанов для погоды и климата

Океанографические параметры

Циркуляция океана

Взаимодействие воздуха и моря

4. Атмосферная физика
 - Состав атмосферы
 - Термодинамика
 - Законы излучения
 - Электромагнитный спектр
5. Математика
 - Матрицы
 - Дифференциальные уравнения в частных и полных производных
 - Интегралы и производные
6. Статистика
 - Анализ данных
 - Контролируемая и неконтролируемая классификация
7. Техника вычислений
 - Различные вычислительные среды
 - Машинный язык
 - Метеорологическое программное обеспечение
 - Графические вспомогательные программы
 - Мультимедиа
8. Обзор метеорологических спутников/орбит
 - Орбитальная динамика
 - Спутники на полярной и геостационарной орбитах
 - Эксплуатационные метеорологические спутники

Занятия во второй половине дня

- Языковые курсы (при необходимости)
- Лабораторные занятия, освоение компьютера, ознакомление с полезными web-сайтами

Модуль 2: Прикладное применение (два месяца)

Обработка изображений и ГИС

1. Средства измерения и метеорологические датчики
 - Пассивные и активные датчики
 - Датчики оптические/инфракрасные/водопаровые
 - Датчики СВЧ
 - Понятие разрешения: пространственное разрешение и разрешение по времени
 - Спектрометры
 - Фотоприемники и зонды
2. Расшифровка и применение изображений
 - Синоптические и мезомасштабные системы
 - Тропическая и внетропическая системы погоды
 - Атмосферные примеси (пыль, дымка, дым, лесные пожары и т.д.)
 - Мониторинг океана

3. Методы обработки изображений
 - Проекционные программные средства
 - Регистрация/перемещение изображений, радиометрическая и геометрическая коррекция
 - Атмосферная коррекция
 - Классификация изображений, их группировка и т.д.

4. Основы ГИС
 - Основные понятия
 - Организация данных
 - Манипулирование данными
 - Использование ГИС
 - Составление многослойных карт
 - Применение ГИС в метеорологии и климатологии

Выборка и применение спутниковых данных

5. Выборка геофизических параметров
 - Статистический и инверсивный методы
 - Весовые функции
6. Атмосферные параметры
 - Ветра
 - Атмосферные профили
 - Осадки
 - Уходящее длинноволновое излучение (УДИ)
 - Концентрация аэрозолей
 - Информация об облаках
 - Радиационный баланс
7. Характеристики суши и океана
 - Температура поверхности моря
 - Ветры у поверхности моря
 - Индекс растительного покрова
 - Характеристики поверхности суши
8. Применение производных параметров
 - Внутрисезонная изменчивость
 - Тропические/внетропические системы
 - Мониторинг засухи
 - Изменчивость количества осадков
 - Взаимодействие воздуха и моря
 - Региональные/местные системы погоды

С учетом имеющихся у региональных центров ресурсов в рамках этого модуля по вышеуказанным темам могут быть предусмотрены лабораторные занятия.

Модуль 3: Числовые модели и глобальный климат (два месяца)

Числовые модели и усвоение спутниковых данных

1. Региональные и глобальные модели
 - Простые модели и безмерные, одномерные, двухмерные и трехмерные модели (0-D, 1-D, 2-D, 3-D)
 - Основы структуры модели
 - Значение спутниковых данных для параметризации
2. Понятие усвоения данных
 - Основы усвоения данных
 - Системы наблюдения
 - Субъективный и объективный анализ
 - Цикл усвоения
 - Результат моделирования
3. Усвоение спутниковых данных
 - Влажность, ветер, температура
 - Количество осадков
 - Влияние

Глобальный климат

4. Изменение климата
 - Основы климатического мониторинга
 - Парниковый эффект и глобальное потепление
 - Краткосрочная и долгосрочная изменчивость
 - Радиационный баланс и механизмы обратной связи
 - Антропогенное воздействие
5. Последствия изменения климата
 - Последствия типа явления "Эль-Ниньо"
 - Апвеллинг
 - Устойчивый снежно-ледяной покров
 - Уровень моря и затопление прибрежных районов
 - Прогнозирование будущего климата
6. Климатология, основанная на спутниковых данных
 - Климатология облаков (Международный проект климатологического исследования облаков с помощью спутников – МПКИОС)
 - Климатология поверхности суши (Международный проект климатологического исследования поверхности суши с помощью спутников – МПКИСС)
 - Глобальные осадки (Проект изучения глобальных осадков и климата – ПГОК)

Вопросы экологии

7. Химия атмосферы

Озон
Другие газовые примеси
Значение загрязнителей
Программы спутникового наблюдения

8. Протоколы, касающиеся экологии

Изменение планетарного климата и его влияние на политику
Повестка дня на XXI век: комплексное устойчивое развитие
Киотский протокол к Рамочной конвенции об изменении климата

9. Борьба с катастрофами

Методы мониторинга
Распространение информации
Спутниковые системы оповещения

С учетом имеющихся у региональных центров ресурсов в рамках этого модуля по вышеуказанным темам могут быть предусмотрены лабораторные занятия.

Внепрограммный модуль 4 (факультативный, для продвинутых учащихся)

Занятия в рамках этого факультативного модуля могут проводиться параллельно с занятиями в рамках других модулей с учетом уровня подготовки и потребностей участников в удобное для них время. Участники могут выбрать любую из следующих тем:

Возможные виды использования аппаратуры спутников
следующих поколений
Перспективные виды применения спутниковых данных
Перспективное усвоение спутниковых данных в численном
прогнозировании погоды (ЧПП)
Усовершенствованные ГИС

Экспериментальный проект (три месяца)

8. Учебный материал и сокращения

35. В приложении II к настоящему документу приводится перечень рекомендуемых учебных материалов, а в приложении III – пояснительные примечания для участников.

Annex I

Curriculum for the first three courses

A. Modules

Table 1
First course at a glance

<i>Module/ submodule</i>	<i>Topic</i>	<i>Number of lectures</i>
1	Fundamentals of meteorology, climatology and remote sensing	
1.1	Concepts in meteorology and climatology	
	Basic concepts of meteorology	25
	Basic concepts of climatology	20
1.2	Concepts in satellite meteorology	
	Introduction to satellite meteorology	23
	Meteorological satellite orbits, instrumentation and data products	26
1.3	Applications of satellite imagery and digital image processing	
	Use of satellite imagery in meteorology and weather forecasting	15
	Statistics, digital image processing techniques and GIS	17
2	Advanced concepts in satellite meteorology, parameter retrieval and applications	
2.1	Radiative transfer and parameter retrieval	
	Concepts of radiative transfer	25
	Meteorological and oceanographic parameter retrieval	38
2.2	Applications using digital satellite data	
	Applications of digital satellite data in meteorology and weather forecasting	29
	Applications in oceanography	23
	Applications in climate studies	15
2.3	Environmental problems and numerical models	
	Environment issues and societal impacts	17
	Satellite data assimilation and modelling	28
3	Pilot projects (three months)	

Figure I
Percentage of time spent on each activity during the first course

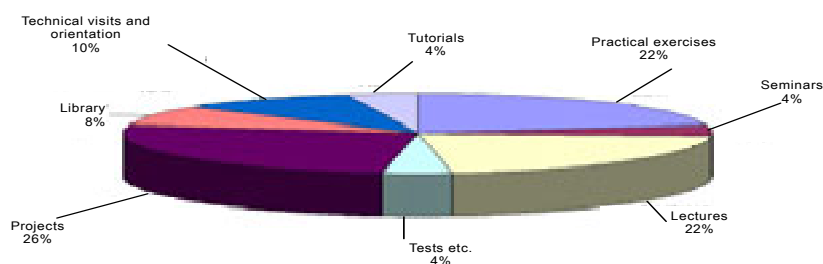


Table 2

Second course at a glance

<i>Module/ submodule</i>	<i>Topic</i>	<i>Number of lectures</i>
1	Fundamentals of meteorology, climatology and remote sensing (three months)	
1.1	Concepts in meteorology and climatology	
	Basic concepts of meteorology	20
	Basic concepts of climatology	10
1.2	Concepts in satellite meteorology	
	Mathematical and computational techniques for satellite meteorology	20
	Introduction to satellite meteorology	25
	Meteorological satellite orbits and instrumentation	20
1.3	Applications of satellite imagery and digital image processing	
	Use of satellite imagery in meteorology and weather forecasting	20
	Statistics, digital image processing techniques and GIS	15
2	Advanced concepts in satellite meteorology, parameter retrieval and applications (three months)	
2.1	Radiative transfer and parameter retrieval	
	Concepts of radiative transfer	30
	Meteorological and oceanographic parameter retrieval	30
2.2	Applications using digital satellite data	
	Applications of digital satellite data in meteorology and weather forecasting	25
	Applications in oceanography	15
	Satellite data assimilation and numerical models	10
2.3	Applications in climate and environmental studies	
	Climate studies	15
	Environment issues and societal impacts	15
2.4	Advanced applications (electives)	
	Advanced meteorological and oceanographic parameter retrieval	20
	Advanced applications in climate studies	20
	Advanced satellite data assimilation and modelling	20
3	Pilot projects (three months)	

Figure II

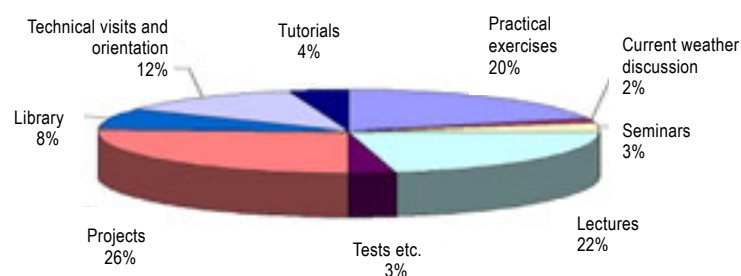
Percentage of time spent on each activity during the second course

Table 3
Third course

<i>Module/ submodule</i>	<i>Topic</i>	<i>Number of lectures</i>
1	Fundamentals of meteorology, climatology and remote sensing (three months)	
1.1	Concepts in meteorology and climatology	
1.1 MATH	Mathematical and computational techniques for satellite meteorology	20
	Matrices	
	Partial and total differential equations	
	Integral and derivatives	
	Basic concepts of statistics	
1.1 MET	Basic concepts of meteorology, climatology and oceanography	30
	Dynamic and physical meteorology	
	Extra-tropical weather systems	
	Tropical weather systems	
	Climate of the region	
	Ocean and climate	
1.2	Concepts in satellite meteorology	
1.2 SM	Radiative transfer in satellite meteorology	25
	Characteristics of electromagnetic radiation	
	Passive remote sensing	
	Active remote sensing	
	Parameter retrieval and validation	
1.2 MSI	Meteorological satellite orbits and instrumentation	15
	Orbits and navigation	
	Operational polar-orbiting satellites	
	Operational geostationary satellites	
	Other satellites	
	Satellite data archive	
1.3	Image processing and interpretation	
1.3 WF	Image interpretation in meteorology and weather forecasting	30
	Satellite imagery	
	Spectral properties	
	Identification of meso-scale systems	
	Tropical synoptic systems	
	Extra-tropical synoptic systems	
	Radar imagery	
1.3 DIP	Image processing techniques and GIS	15
	Map projection	
	Satellite positioning systems	
	Image registration, radiometric and geometric correction	
	Image classification	
	GIS	
2.1	Geophysical parameter retrieval	
2.1 AP	Atmospheric parameters	15
	Winds	
	Temperature profile	

<i>Module/ submodule</i>	<i>Topic</i>	<i>Number of lectures</i>
	Humidity profile	
	Precipitation	
	Outgoing longwave radiation	
	Clouds and aerosols	
2.2 LOP	Land and oceanic parameters	10
	Sea-surface temperature	
	Sea-surface winds	
	Vegetation index	
	Land-surface parameters	
2.2	Applications of satellite-derived parameters	
2.2 AWF	Applications in meteorology and weather forecasting	30
	Onset of monsoon	
	Intra-seasonal and inter-annual variability	
	Tropical cyclones	
	Extra-tropical cyclones	
	Drought monitoring	
	Air-sea interaction	
2.2 NM	Satellite data assimilation in numerical models	15
	General circulation models	
	Concepts of data assimilation	
	Satellite data assimilation	
	Impact of satellite data assimilation	
2.3	Global climate and environment	
2.3 SC	Short-term climate variability	25
	El Niño and tele-connection	
	Cloud climatology	
	Land-surface changes	
	Ozone and other trace gases	
2.3 LC	Long-term climate change	25
	Climate change	
	Greenhouse effect and global warming	
	Changes in cryosphere	
	Future climate scenario and satellite missions	
2.3 ESI	Environment issues and societal impacts	10
	Oceanic biological productivity	
	Coastal zone environment	
	Pollution	
	Disaster management	
	Mass communications	
3	Pilot projects (three months)	30

B. Practical exercises

1. List of practical exercises for the first course

Module 1. Operational meteorological satellite data handling and applications

1. Computer facilities and familiarization
2. Geostationary satellite (Indian National Satellite System (INSAT) and geostationary meteorological satellites (GMS)) data applications
3. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) advanced very high resolution radiometer (AVHRR) data applications
4. Cloud motion vectors from INSAT and their applications
5. Applications of satellite data in tropical cyclone intensity estimation
6. Applications of satellite data in tropical cyclone track prediction
7. Multimedia demonstration of Meteosat/Geostationary Operational Environmental Satellite (GOES)/cyclone data
8. Visualization packages

Module 2. Parameter retrieval and numerical modelling

1. Estimation of outgoing longwave radiation (OLR) using INSAT very high resolution radiometer (VHRR) and GMS data
2. Estimation of daily and weekly rainfall using INSAT-VHRR data
3. Sea-surface temperature estimation from NOAA-AVHRR data and applications in oceanic circulation studies
4. Study of average layer humidity and temperatures over different regions using NOAA television and infrared observation satellite (TIROS) operational vertical sounder (TOVS) finished products
5. Processing of the International TOVS Processing Package (ITPP) 5 software for estimation of the temperature profile using NOAA/TOVS data
6. Interpretation of general circulation model results
7. Study of model simulation results from CO₂-doubling using general circulation models
8. Snow-cover estimation from NOAA-AVHRR data
9. Normalized vegetation index from NOAA-AVHRR data
10. Use of satellite meteorological data in GIS
11. Surface winds from scatterometer data
12. Sea level from altimeter data
13. Familiarization with the low resolution transmittance (LOWTRAN) calculation package

2. List of practical exercises for the second course**Module 1. Operational meteorological satellite data handling and applications**

1. Computer facilities and familiarization
2. Geostationary satellite (INSAT, GMS) data applications
3. NOAA-AVHRR data applications
4. Cloud motion vectors from INSAT and their applications
5. Applications of satellite data in tropical cyclone intensity estimation
6. Applications of satellite data in tropical cyclone track prediction
7. Multimedia demonstration of Meteosat/GOES/cyclone data and visualization packages
8. Estimation of OLR using INSAT-VHRR and GMS data, Meteosat applications

Module 2. Parameter retrieval and numerical modelling

1. Estimation of daily and weekly rainfall using INSAT-VHRR data
2. Sea-surface temperature estimation from NOAA-AVHRR data and applications in oceanic circulation studies
3. Processing of the ITPP 5.01 software for estimation of the temperature profile using NOAA/TOVS data
4. Interpretation of general circulation model results
5. Snow cover, normalized vegetation index, sea ice, forest fire from NOAA-AVHRR data
6. Use of satellite meteorological data in GIS
7. Surface winds from scatterometer data
8. Familiarization with LOWTRAN package (demonstration)
9. Multichannel scanning microwave radiometer (MSMR) retrieval
10. Aerosol applications

3. Suggested list of practical exercises for the third course**Module 1. Operational meteorological satellite data handling and applications**

1. Computer facilities and familiarization
2. INSAT-VHRR data applications
3. NOAA-AVHRR data applications
4. Visualization techniques
5. Cloud motion vectors from geostationary satellites and their applications
6. Applications of satellite data in tropical cyclone intensity estimation

7. Application of satellite data in tropical cyclone track prediction
8. Multimedia demonstration of Meteosat/GOES/cyclone data and visualization packages
9. Estimation of OLR using VHRR data and applications

Module 2. Parameter retrieval and numerical modelling

1. Estimation of daily and weekly rainfall using VHRR data
2. Sea-surface temperature estimation from NOAA-AVHRR data and applications in oceanic circulation studies
3. Estimation of the temperature and humidity profile using NOAA/TOVS data
4. Interpretation of general circulation model results
5. Snow cover, normalized vegetation index, sea ice, forest fire from NOAA-AVHRR data (demonstration)
6. Use of satellite meteorological data in GIS (demonstration)
7. Surface winds from scatterometer data (demonstration)
8. Familiarization with LOWTRAN package (demonstration)
9. Geophysical parameter retrievals from microwave radiometers
10. Objective analysis of wind
11. Objective analysis of temperature

C. Pilot projects

1. Pilot projects carried out by participants in the first course

1. Soil moisture estimation using the normalized difference vegetative index (NDVI) from NOAA/AVHRR data over Mongolia
2. Retrieval, validation and applications of the sea surface temperature (SST) around Sri Lanka using the European remote sensing satellite (ERS) along-track scanning radiometer (ATSR) data
3. Rainfall estimation using cloud indexing
4. Cloud analysis of western disturbances
5. Wildfire danger estimation and monitoring using NOAA-AVHRR, Indian Remote Sensing Satellite (IRS) and GIS techniques
6. NDVI and estimation of soil moisture over Bangladesh
7. Retrieval, validation and applications of atmospheric temperature and humidity profiles from NOAA/TOVS satellite sounding data over Mongolia
8. Tropical cyclone track prediction using cloud top temperature and chaos theory
9. Onset of monsoons over Nepal using satellite data

10. Rainfall estimation over Bangladesh and the Bay of Bengal by Arkin's method
11. Temperature and humidity profile over Uzbekistan using NOAA/TOVS data
12. Study of coastal upwelling in the Persian Gulf and Oman Sea
13. Rainfall estimation over the Indonesian region
14. Validation of NWP model output with satellite-derived products vis-à-vis conventional meteorological observations
15. Rainfall estimation over a cyclone using the cloud indexing technique
16. Break and active monsoon over Nepal
17. Ocean circulation modelling using satellite data

2. Pilot projects carried out by participants in the second course

1. Movement of tropical cyclones near the Philippines using GMS water-vapour imagery
2. Tropical cyclone intensity and track prediction using INSAT-VHRR data
3. Study of tropical cyclone track prediction over the Vietnamese region using GMS data
4. Identifying oceanic and atmospheric features from NOAA-AVHRR data
5. A study of sea-surface temperatures and sea-surface winds over the Indian Sea using the Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) microwave imager and IRS-P4 MSMR data
6. Retrieval of humidity profiles from MSMR water vapour using the method of empirical orthogonal function analysis
7. Study of MSMR brightness temperature data over India and Kazakhstan and its potential for large-area soil moisture estimation
8. Humidity and temperature profile from NOAA/TOVS satellite data and its comparison with radiosonde and National Centers for Environmental Prediction (NCEP) data
9. Humidity and temperature profile from the NOAA/TOVS package and a comparison with NCEP and Meteosat data
10. Climatology of Mongolia using NCEP National Center for Atmospheric Research (NCAR) data
11. Rainfall estimation over the Indian region derived from the Defense Meteorological Satellite Program (DMSP) special sensor microwave imager (SSM/I) and IRS-P4-MSMR
12. Diurnal cycle of rainfall during the Asian summer monsoon using TRMM observations
13. Multispectral cloud classification using TRMM observations for improving rainfall estimation from visible/infrared techniques
14. Study of western disturbances using satellite data

15. Verification of different model forecasts over Kazakhstan with the analysis and satellite data
16. Comparison of extended range model forecast with Oceansat-1 data
17. A comparative study of sea state estimated by satellite data and conventional fleet forecast over the Arabian Sea
18. SST monitoring during El Niño from satellites and linkage with rainfall over Indonesia
19. Snow monitoring over the western Himalayas
20. Vegetation monitoring using multi-temporal coarse resolution satellite (and weather) data over the Korean peninsula
21. Monitoring of major crops in the Democratic People's Republic of Korea using NOAA-AVHRR channel 1 and 2 satellite data

Table 4
Evolution of the satellite meteorology curricula (theory)

<i>Module</i>	<i>Submodule title</i>	<i>First course</i>	<i>Second course</i>	<i>Third course</i>
		<i>Number of hours</i>		
1	Concepts in meteorology	45	30	30
	Mathematical techniques	-	20	10
	Concepts in satellite	49	45	40
	Applications of satellite	32	35	45
2	Radiative transfer and	63	60	25
	Applications of digital data	52	40	40
	Climate and environmental	32	30	60
	Data assimilation	28	20	15
Orientation		-	20	35
Total		301	300	300

Note: In laboratory exercises, more stress is put on the data products from operational satellites. The recent microwave remote sensing data are introduced in more detail. Emphasis on the validation of satellite data and their use in numerical models is being introduced in the third course.

Annex II

Recommended teaching material

Barrett, E. C., and D. W. Martine. The use of satellite data in rainfall monitoring. London, Academic Press, 1981.

Images in weather forecasting: A practical guide for interpreting satellite and radar imagery. M. J. Bader *and others*, eds. Cambridge, Cambridge University Press, 1995.

Henderson-Sellers, A., and K. McGuffie. A climate modeling primer. 2. ed. New York, John Wiley and Sons, 1997.

Houze, Jr., R. A. Cloud dynamics. San Diego, Academic Press, 1993.

Kidder, S. Q., and T. H. Vonder Haar. Satellite meteorology: An introduction. San Diego, Academic Press, 1995.

Kondratyev, K. Ya., and A. P. Cracknell. Observing global climate change. London and Bristol, Taylor and Francis, 1998.

Centre for Space Science and Technology Education in Asia and the Pacific. Lecture notes on satellite meteorology. 1: Basics, 2: Retrievals, 3: Modeling Climate Change.

Printed by the Space Application Centre, Indian Space Research Organization, 2000.

Liou, K. N. An introduction to atmospheric radiation. New York, Academic Press, 1980.

Menzel, W. P. Notes on satellite meteorology. Geneva, World Meteorological Organization, 1997. (WMO/TD 824, SAT-17)

Robinson, I. S. Satellite oceanography. Chichester, Ellis Horwood, 1985.

Rao, P. K., *and others*. Weather satellites: Systems, data, and environmental applications. Boston, American Meteorological Society, 1990.

Trenberth, K. E., ed. Climate system modeling. Cambridge, Cambridge University Press, 1992.

Ulaby, F. T., R. K. Moore and A. K. Fung. Microwave remote sensing: Active and passive. II: Radar remote sensing and surface scattering and emission theory. Reading, Massachusetts, Addison-Wesley Publishing Company, 1981.

World Meteorological Organization, Preliminary statement of guidance regarding how well satellite capabilities meet WMO user requirements in several application areas. Geneva, WWW/SAT, 1998. (WMO/TD/913, SAT-21)

Annex III**Explanatory notes for the curriculum**

0-D	zero-dimensional
1-D	one-dimensional
2-D	two-dimensional
3-D	three-dimensional
APT	automatic picture transmission
ATSR	along-track scanning radiometer
AVHRR	advanced very high resolution radiometer
CCD	charge-coupled device
DMSP	Defense Meteorological Satellite Program
ENSO	El Niño Southern Oscillation
ERS	European remote sensing satellite
GIS	geographic information system
GMS	geostationary meteorological satellite
GOES	Geostationary Operational Environmental Satellite
GPCP	Global Precipitation Climatology Project
HRPT	high-resolution picture transmission
INSAT	Indian National Satellite System
IRS	Indian Remote Sensing Satellite
ISCCP	International Satellite Cloud Climatology Project
ISLSCP	International Satellite Land Surface Climatology Project
ITPP	International TOVS Processing Package
LOWTRAN	low resolution transmittance
MSMR	multichannel scanning microwave radiometer
NCAR	National Centre for Atmospheric Research
NCEP	National Centres for Environmental Prediction
NDVI	normalized difference vegetative index
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
NWP	numerical weather prediction
OLR	outgoing longwave radiation
SSM/I	special sensor microwave imager

SST	sea surface temperature
TIROS	television and infrared observation satellite
TOVS	TIROS operational vertical sounder
TRMM	Tropical Rainfall Measuring Mission
VHRR	very high resolution radiometer
WEFAX	weather facsimile
WMO	World Meteorological Organization
