



Всемирная
Метеорологическая
Организация

Погода • Климат • Вода

Том 57 (1) - Январь 2008

Бюллетень

Тематические статьи | Интервью | Новости | Книжное обозрение | Календарь

www.wmo.int

Наблюдения за нашей планетой во имя лучшего будущего

Наблюдения за нашей
планетой во имя лучшего
будущего

4

Всемирная служба
погоды сегодня

8

Потребности в наблюдениях
для прогнозирования
климата и адаптации

17

Самолетные наблюдения

41

Проблемы
гидрологических
наблюдений

55



Осуществление
Глобальной системы
наблюдений за океаном

35



Глобальный мониторинг атмосферного
озона

45



Наблюдения за
Землей из космоса
на благо общества

22

Комплексная глобальная система
наблюдений, опирающаяся на
Объединенную информационную систему,
будет большим вкладом в реализацию
социально-экономической эффективности,
достигаемой за счет широкого спектра
продукции и услуг, касающихся погоды,
климата и водной среды.

М.Жарро

Генеральный секретарь ВМО

Бюллетень

Официальный журнал
Всемирной Метеорологической
Организации

Том 57 (1) - Январь 2008 г.

Генеральный секретарь М.Жарро
Заместитель
Генерального секретаря Хун Янь
Помощник
Генерального секретаря Дж.Ленгоаса

Бюллетень ВМО издается ежеквартально (январь, апрель, июль, октябрь) на английском, французском, русском и испанском языках.

Редактор:
Хун Янь
Помощник редактора:
Юдит К.К.Торрес

Редакционная коллегия
Хун Янь (председатель)
Ю. Торрес (секретарь)
Л. Барри (атмосферные исследования и окружающая среда)
Дж. Вильсон (образование и обучение)
В. Сатьян (исследования климата)
Д. Хинсман (базовые системы, спутники)
Х. Пуемпел (применения метеорологии)
Е. Манаенкова (политика, международные связи)
Д. Чезл (стратегическое планирование, многоплановая деятельность)
Б. Ниензи (климат)
К. Конари (развитие, региональная деятельность)
А. Тайджи (вода)

Стоимость подписки	Обычная почта	Авиапочта
1 год	60 шв.фр.	85 шв.фр.
2 года	110 шв.фр.	150 шв.фр.
3 года	145 шв.фр.	195 шв.фр.

E-mail: pubsales@wmo.int

Авторское право © Всемирная метеорологическая организация 2007 г.

Право на публикацию в печатной, электронной или какой-либо другой форме принадлежит ВМО. Краткие выдержки из статей, опубликованных в Бюллетене, могут быть перепечатаны без разрешения при условии полного и четкого указания источника. Письма в адрес редакции, а также заявки на публикацию, перепечатку или перевод статей целиком или частично следует направлять на имя редактора.

Употребляемые обозначения и изложение материала в Бюллетене ВМО не означают выражения со стороны Секретариата Всемирной Метеорологической Организации какого бы то ни было мнения относительно правового статуса страны, территории, города или района, или их властей, или относительно делимитации их границ.

Статьи или рекламные объявления, печатающиеся в Бюллетене ВМО, выражают личное мнение их авторов или рекламодателей и не обязательно отражают точку зрения ВМО. Упоминание отдельных компаний или какой-либо продукции в статьях или рекламных объявлениях не означает, что они одобрены или рекомендованы ВМО и им отдано предпочтение перед другими компаниями или продукцией того же рода, не упомянутыми в статьях или рекламных объявлениях.

Содержание

В этом номере	2
Послание Мишеля Жарро, Генерального секретаря ВМО, по поводу Всемирного метеорологического дня 2008 г.	4
Всемирная служба погоды сегодня, Дж. Хейс	8
Потребности в наблюдениях для прогнозирования климата и адаптации, Кевин Е. Тренберт	17
Наблюдения за Землей из космоса на благо общества, Шахид Хабиб, Мэрион Плесси-Фрайссар, Стивен Д. Эмброуз	22
Наблюдение за климатом – задачи на XXI век, Уильям Райт	29
Осуществление Глобальной системы наблюдений за океаном, Майк Джонсон	35
Самолетные наблюдения, Фрэнк Грутерс	41
Глобальный мониторинг атмосферного озона, Йоханнес Стехелин ...	45
Проблемы гидрологических наблюдений, Хэрри Ф. Линс	55
50 лет назад	59
Некрологи	61
Новости Секретариата ВМО	65
Calendar	72
Всемирная Метеорологическая Организация	73
Члены Всемирной Метеорологической Организации	74

Новости о деятельности ВМО и последних событиях можно найти в информационном бюллетене *MeteoWorld* (<http://www.wmo.int/meteoworld>) в рубрике НОВОСТИ домашней страницы ВМО (<http://www.wmo.int/news/news.html>) и на Web-страницах программ ВМО, вход на которые осуществляется через домашнюю страницу ВМО (<http://www.wmo.int>).

WMO Bulletin

Communication and Public Affairs

World Meteorological Organization (WMO)

7bis, avenue de la Paix

Case postale No. 2300

CH-1211 Geneva 2, Switzerland

Tel.: + 41 22 730 84 78

Fax: + 41 22 730 80 24

E-mail: jtorres@wmo.int



В этом номере

Тема Всемирного метеорологического дня (23 марта) в 2008 г. и тема этого номера *Бюллетеня ВМО* – «Наблюдения за нашей планетой во имя лучшего будущего». Тематические статьи раскрывают важность сохранения и расширения наблюдений за погодой, климатом и водной средой для обеспечения благосостояния будущих поколений.

В настоящее время ВМО разрабатывает инициативу, утвержденную на Пятнадцатом Всемирном метеорологическом конгрессе (2007), которая известна как Комплексная глобальная система наблюдений ВМО (КГСН ВМО). КГСН ВМО будет большим вкладом в реализацию социально-экономической эффективности, достигаемой за счет широкого спектра продукции и услуг, касающихся погоды, климата и водной среды. Эти услуги и продукция связаны с разными областями, такими, как смягчение последствий и уменьшение опасности стихийных бедствий, а также с деятельностью в таких отраслях, как сельское хозяйство, транспорт, производство энергии и управление водными ресурсами.

Некоторые события в 2007 г. подчеркнули важную роль наблюдений. Деятельность в рамках Международного полярного года 2007/2008 (который был темой октябрьского номера *Бюллетеня ВМО* за 2007 г.) уже дала ряд важных результатов, в основном касающихся распро-

странения морского льда. Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) опубликовала Четвертый доклад об оценках, в котором говорится, что на основе наблюдений можно сделать окончательный вывод о потеплении климата. Вместе с Альбертом Гором младшим МГЭИК была награждена Нобелевской премией мира за 2007 г. «за их усилия по формированию и распространению информации об антропогенном изменении климата и за основы, которые они заложили для принятия мер противодействия этому изменению». На 13 сессии Конференции Сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата (Бали, Индонезия, декабрь 2007 г.) тепло приняли доклад МГЭИК, при этом было отмечено, что многие развивающиеся страны, расположенные в уязвимых для стихийных бедствий зонах, испытывают сильные затруднения в эксплуатации сетей наблюдений, которые поставляют данные для оценок МГЭИК.

В 1960-е годы была создана Всемирная служба погоды (ВСП) ВМО. Она непрерывно развивалась, чтобы удовлетворять потребностям общества. Были предприняты важные инициативы для расширения возможностей национальных гидрометеорологических служб. Глобальная система систем наблюдений за Землей была создана для объединения информации об окружающей среде и расширения ее

использования в социально-экономических областях. Эффективное смягчение последствий и адаптация к неблагоприятным явлениям метеорологического, климатического и гидрологического характера требуют точного наблюдения и прогноза во всех масштабах и способности специалистов в области уменьшения опасности стихийных бедствий и лиц, определяющих политику, использовать эту информацию. Основным вкладом в эту деятельность вносят ВСП и ее комплексные системы.

Климат меняется, но в разных регионах по-разному. Одной из основ текущих и будущих исследований климата являются наблюдения, которые осуществляются с разными целями и разными способами. Необходимо усовершенствовать модели, должным образом использовать и калибровать приборы и своевременно заменять спутники. Для выполнения задач исследований необходимо финансирование, однако предоставляемая информация может давать более эффективные результаты, чем первоначальные вложения.

Наблюдения за Землей из космоса вносят значительный вклад в возможность анализировать ситуацию на региональном и глобальном уровнях. Измерения и получаемая информационная продукция имеют большие потенциальные возможности для служения человеку. Поскольку спутниковые наблюдения выполняются

в реальном времени, они весьма эффективны для исследований. Они важны для защиты планеты ради будущих поколений, уменьшения опасности климатических явлений для населения и создания безопасного и устойчиво развивающегося общества.

Исследование глобального климата – одна из основных задач XXI века, поскольку изменение климата, возможно, является самой серьезной угрозой человечеству и окружающей среде. Этот процесс наиболее серьезно сказывается на развивающихся странах, отличающихся самой низкой способностью к адаптации. Необходимо, чтобы метеорологическое и климатическое сообщество поддерживало глобальную деятельность по уменьшению влияния этого процесса. Такая поддержка должна быть основана на целенаправленных и точных наблюдениях, которые будут широко доступны и своевременно предоставлены. Следует делать все необходимое для наращивания потенциала национальных гидрометеорологических служб с тем, чтобы они могли извлекать оптимальную выгоду из предоставляемой информации.

С момента образования ВМО безопасность на море всегда была определяющим фактором для скоординированных на международном уровне морских исследований. Растет потребность расширения морских наблюдений для других сфер применения, включая, помимо многого, долгосрочные прогнозы погоды, управление прибрежной зоной, разведка и разработка ресурсов в открытом море и уменьшение

опасности бедствий. Эти области применения требуют глобальных массивов данных наблюдений и прогностических продуктов, связанных с океаном и атмосферой. Сотрудничая в рамках глобальной системы наблюдений за океаном, морские метеорологи и океанографы повысят доступность качественных данных, предоставляемых в соответствии с согласованными стандартами для удовлетворения растущих потребностей.

Предполагается рост воздушного движения в развитых странах и в странах с развивающейся экономикой в Юго-Восточной Азии. Учитывая то, что существующие маршруты и терминалы перегружены, такие метеорологические явления, как конвективная активность, снегопады, обледенение, низкая облачность и плохая видимость, могут пагубно повлиять на поток воздушного движения. Поэтому разрабатываются новые концепции для оптимизации использования воздушного пространства и аэродромов на основе методов четырехмерных траекторий, высокой степени автоматизации и обмена данными между компьютерами. Эти концепции в большой степени будут основываться на высокоточных, своевременных и повсеместно распространяемых метеорологических данных. Важным источником этих данных будут самолетные данные.

Озон в природе встречается в стратосферном озоновом слое, расположенном на высоте 20–30 км над землей. Он защищает землю от солнечного излучения, которое вредно для человека, растений и водных организмов и пагубно влияет

на некоторые материалы, например, на некоторые виды пластмассы. Длительное восстановление озонового слоя от воздействия озоноразрушающих веществ, которое началось в 1980-е годы, охватит, по предположению, большую часть XXI века. Кроме того, становится все более очевидной связь между истощением озона и изменением климата. Озон, озоноразрушающие вещества и многие их заменители являются одновременно и парниковыми газами; изменения озона влияют на климат и наоборот. Поэтому очень важно продолжать систематические и качественные наблюдения за озоновым слоем во всех регионах мира.

Потребность в воде является первоочередной для поддержания жизни. Надежное водоснабжение для обеспечения питьевой водой и санитарных условий, а также для целей ирригации и сохранения водных экосистем – это лишь некоторые примеры. Гидрологические наблюдения важны для мониторинга количества и качества ресурсов пресной воды, а также для прогнозирования и регулирования паводков и борьбы с засухой, обеспечения устойчивого развития сельского хозяйства и прогнозирования глобального изменения климата. Здесь большую роль играет сотрудничество во всех сферах и информирование населения об ограниченности водных ресурсов. Однако важной задачей сегодня является обеспечение адекватных последовательных долгосрочных высококачественных гидрологических наблюдений, что особенно актуально в условиях сокращения сетей станций.

Наблюдение за нашей планетой для лучшего будущего

Послание Мишеля Жарро, Генерального секретаря ВМО,
по поводу Всемирного метеорологического дня 2008 г.

В записях древних цивилизаций содержатся многочисленные упоминания погоды и климата, и в различных культурах были изобретены простейшие, но при этом замысловатые приборы для осуществления наблюдений за основными метеорологическими параметрами, зачастую в сочетании с астрономией и астрологией. К середине XVII века человечество начало осуществлять систематический сбор данных, стремясь выявить какие-либо тенденции и получить возможность прогнозирования будущих погодных условий; и хотя трансграничный характер метеорологических явлений был уже в достаточной степени очевиден, тем не менее для разработки концепции метеонаблюдений, скоординированных на международном уровне, потребовалось еще какое-то время.

Первая международная метеорологическая сеть была учреждена в 1654 г. Фердинандом II Тусканским. Семь из его станций располагались в Северной Италии, а остальные четыре – в Варшаве, Париже, Инсбруке и Оснабрюке. Во Флоренции ежедневно проводилось 15 наблюдений. Следующей важной вехой стало учреждение в 1780 г. сети из 39 станций, 37 из которых располагались в Европе, а две – в Северной Америке. Эта сеть была учреждена усилиями общества под латинским названием *Societas Meteorologica Palatina*, принятым Метеорологическим обществом Мангейма. Просуществовав всего лишь 12 лет, она

тем не менее явилась важным шагом вперед, т.к. метеорологические наблюдения велись на основании стандартизированных процедур и с использованием тщательно откалиброванных приборов. Соответствующие результаты наблюдений были опубликованы в серии выпусков ежегодника «*Ephemerides Societatis Meteorologicae Palatinae*».

Однако успех «*Ephemerides*» был также эфемерным, т.к. потребовалось еще более полвека для того, чтобы на Первой Международной метеорологической конференции (Брюссель, 1853 г.) и Первом Международном метеорологическом конгрессе (Вена, 1873 г.) была заложена структура для возрождения концепции метеорологических наблюдений, скоординированных на международном уровне. Для этих целей была учреждена Международная метеорологическая организация – предтеча нынешней Всемирной метеорологической организации.

Первый значительный пример важности такого скоординированного сотрудничества не заставил себя долго ждать – в контексте проведения Первого Международного полярного года (1882/1883 гг.) совместными усилиями 11 стран было учреждено и введено в эксплуатацию 12 станций вокруг Северного полюса и две – в Антарктике. В дополнение к чисто метеорологическим измерениям на них проводились также



наблюдения более широкого диапазона, касающиеся таких областей, как геомагнетизм, атмосферное электричество, океанография, гляциология и забор проб воздуха. В этих научных усилиях принимали участие более 40 наблюдательных пунктов в различных частях света.

23 марта 1950 г. вступила в силу Конвенция Всемирной метеорологической организации. Теперь эта дата ежегодно отмечается как Всемирный день метеорологии. Спустя немного времени, в 1951 г., ВМО была признана специализированным учреждением системы Организации Объединенных Наций. Уже стало традицией, чтобы Исполнительный совет ВМО выбирал какую-либо особую тему для празднования Всемирного дня метеорологии. По случаю своей пятидесят восьмой сессии (Женева, июнь 2006 г.) Исполнительный совет постановил, что



темой Всемирного дня метеорологии в 2008 г. будет «Наблюдения за нашей планетой для лучшего будущего» в знак признания научных и социально-экономических выгод, получаемых странами-членами ВМО, их национальными метеорологическими и гидрологическими службами (НГМС) и Организацией в целом от расширенных, широкодиапазонных и достоверных наблюдений, производимых во исполнение мандата ВМО в области погоды, климата и воды.

Интересно заметить, что вскоре после того, как ВМО приняла на себя обязательства ММО, на орбите нашей планеты появились спутники, быстро ставшие нашими «глазами» на небе, с помощью которых мы получаем изображения и другую важную информацию истинно глобального характера об облаках и значительных погодных явлениях. Параллельно с этим и, возможно, в силу случайного стечения обстоятельств электронные вычислительные машины стали достигать достаточной степени в своем развитии, чтобы методы, которые были впервые предложены Ричардсоном в 1922 г. в книге под названием «Weather Prediction by Numerical Methods» («Предсказание погоды по численным методам»), были найдены учеными вполне осуществимыми. Кстати, в том же году, когда вступила в силу Конвенция ВМО, т.е. в

1950 г., Шарнеем, Фьёртофтом и фон Нойманом было опубликовано первое успешное численное предсказание погоды, подготовленное с помощью ЭВМ.

Важность этих двух технологических достижений была сразу же признана научным сообществом, в результате чего 20 декабря 1961 г. Генеральная Ассамблея Организации Объединенных Наций приняла резолюцию 1721/XVI по использованию космического пространства в мирных целях, в которой ВМО предлагалось разработать план освоения этих новых возможностей. Двумя важными итогами вышеупомянутой резолюции ООН стало учреждение Программы исследований глобальных атмосферных процессов (ПИГАП) и Всемирной службы погоды (ВСП) ВМО, ставшей вскоре основополагающей программой для стандартизации, сбора, анализа, обработки и глобального распространения метеорологической информации и другой соответствующей информации об окружающей среде, на которую впоследствии стали опираться все другие программы ВМО. ВСП была учреждена в 1963 г. по утверждению Четвертым Всемирным метеорологическим конгрессом. Одним из ее основных компонентов являлась Глобальная система наблюдений (ГСН), охватывающая все технические средства на земле, на море, в воздухе и в космическом

пространстве для осуществления наблюдений за метеорологическими параметрами и их измерений.

Хотя с тех пор прошло уже почти 45 лет, сегодня ВСП по-прежнему занимает такое же существенное место в деятельности ВМО, как и тогда; именно поэтому она постоянно совершенствуется и модернизируется усилиями ВМО и НГМС ее 188 стран-членов. По этой причине Пятнадцатый Всемирный метеорологический конгресс (Женева, май 2007 г.) одобрил сквозной подход к расширенной интеграции всех систем наблюдений ВМО посредством учреждения комплексной, скоординированной и устойчивой структуры, обеспечивающей функциональную совместимость входящих в ее состав систем, включая разработку и внедрение Информационной системы ВМО (ИСВ), как это предусмотрено в Стратегическом плане ВМО, который был также утвержден конгрессом.

Конгресс решил назвать эту инициативу Интегрированной глобальной системой наблюдений ВМО (ИГСН ВМО) и придал ей высокую приоритетность. Кроме того, конгресс отметил, что работа над разработкой ИГСН ВМО должна осуществляться параллельно с планированием и внедрением ИСВ, с тем чтобы обеспечить создание интегрированной системы систем ВМО, разработанной в целях повышения возможностей стран-членов эффективным образом предоставлять расширяющийся диапазон обслуживания и в лучшей степени удовлетворять потребности исследовательских программ ВМО.

Общепризнано, что расширенная интеграция всех систем наблюдений ВМО значительным образом будет способствовать предоставлению метеорологического, климатологического и гидрологического обслуживания. Одним из ключевых соображений в этой связи будет являться соответствующая способность стран-членов предоставлять свою информацию с надлежащим

разрешением, точностью, достоверностью и своевременностью, необходимыми для удовлетворения потребностей всех пользователей. Для этого потребуются дополнительные исследования и разработки в целях дополнения существующих систем наблюдений, где это наиболее уместно. Потребуются также и дополнительные научные усилия для улучшения методики усвоения данных и моделирования, с тем чтобы из результатов наблюдений можно было извлечь максимальное количество полезной информации, насколько это только возможно.

Интегрированная глобальная система наблюдений, подкрепленная интегрированной информационной системой, действительно внесет значительный вклад в реализацию социально-экономических выгод, которые могут быть получены от широкого диапазона продукции и обслуживания, касающихся погоды, климата и воды, с уделением особого внимания защите жизни, источников средств к существованию и имущества, здоровью и благосостоянию, безопасности на суше, на море и в воздухе, экономическому росту, защите природных ресурсов и качества окружающей среды, а также деятельности по уменьшению опасности стихийных бедствий, касающейся, в частности, адаптации к глобальному изменению климата.

Кроме того, усилия ВМО по улучшению интеграции своих систем наблюдений вносят значительный вклад в инициативу международной Группы по наблюдениям за Землей, направленную на разработку Глобальной системы систем наблюдений за Землей (ГЕОСС) на базе существующих национальных, региональных и международных систем в целях дальнейшей интеграции их соответствующих областей компетенции. Системы наблюдений ВМО являются ключевыми компонентами ГЕОСС. Следовательно, эффективность ГЕОСС будет зависеть от эффективности ИГСН ВМО.

В контексте уменьшения опасности стихийных бедствий погода, климат и вода могут оказывать воздействие практически на все аспекты жизни. Как известно, интенсивность таких воздействий возрастает, и это особенно ощутимо в странах с развивающейся экономикой. Девять из десяти стихийных бедствий связаны с гидрометеорологическими опасными явлениями, в результате которых с 1980 по 2000 г. погибли 1,2 млн человек, а ущерб от последствий таких явлений насчитывает более чем 900 млрд долларов США. Предоставление надлежащей продукции и обслуживания со стороны НГМС лицам, принимающим решения, средствам массовой информации и широкой общественности обладает потенциалом для значительного снижения воздействия этих явлений, т.к. хотя мы и не в силах предотвращать стихийные бедствия, тем не менее их пагубные последствия могут быть значительным образом снижены за счет использования надлежащих заблаговременных предупреждений.

За последние десятилетия число уязвимых сообществ также возросло, что явилось результатом роста урбанизации, перемещения населения в менее устойчивые районы, такие, как прибрежные зоны, низменности, мегадельты и поймы, а также расширения сообществ в

аридные зоны. Увеличение интенсивности и частотности экстремальных явлений, которое, как ожидается, произойдет в связи с изменением климата, еще более усугубит их уязвимость. В связи с этим лицам, принимающим решения, и руководителям, занимающимся реагированием на чрезвычайные ситуации, потребуется больший объем информации для того, чтобы они были в состоянии подготавливать наиболее адекватные планы действий в случае непредвиденных обстоятельств.

Кроме того, предоставление информации, касающейся погоды, климата и воды, все в большей степени пользуется спросом для поддержания социально-экономической деятельности, такой, как сельское хозяйство, транспорт, энергетика и водохозяйственная деятельность, причем все эти области обладают потенциалом для предоставления в значительной степени увеличенных выгод для развития при сравнительно незначительных инвестициях в наращивание потенциала.

В завершение моего ежегодного послания хотел бы подчеркнуть следующее: факт того, что Всемирный день метеорологии в этом году связан с темой «Наблюдения за нашей планетой для лучшего будущего», – это отнюдь не случайное



совпадение. За год, истекший с момента прошлого Всемирного дня метеорологии, произошло ряд критически важных событий, которые ярко свидетельствуют о насущной и беспрецедентной актуальности глобальных наблюдений.

Прежде всего, позвольте напомнить, что тема Всемирного дня метеорологии в 2007 г. была связана с началом проведения Международного полярного года (МПГ) 2007/2008 при совместном спонсировании со стороны ВМО в партнерстве с Международным советом по науке. Сегодня, в начале второго года МПГ, мне не представляет труда подчеркнуть, что важность того, что ВМО взялась за проведение этого научного мероприятия, каждый день подтверждается теми результатами наблюдений, которые мы получаем из полярных регионов. Так, например, в конце сезона таяния морского льда в сентябре 2007 г. средняя протяженность морского льда едва достигала 4,28 млн км², что является самым низким показателем за всю историю наблюдений и на 23% ниже рекордно низкого уровня, зафиксированного всего лишь два года назад. Впервые за историю наблюдений в результате исчезновения льда в различных частях Арктики на несколько недель для навигации открылся легендарный северо-западный проход, который на протяжении веков пытались освоить исследователи и торговцы.

Во-вторых, в аналогичном контексте Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК), в спонсировании которой ВМО принимает участие с 1988 г. совместно с Программой Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП), недавно завершила работу над Четвертым докладом об оценке. В частности, МГЭИК отмечает, что потепление климатической системы неоспоримо и что сейчас это явствует из наблюдаемого увеличения среднемировых температур воздуха и океана, массового таяния снега и льда, а также

подъема среднемирового уровня моря. Она также заявляет о том, что существует большая вероятность того, что повышение среднемировых температур с середины XX века вызвано по большей части наблюдаемым увеличением концентраций антропогенных парниковых газов. Кроме того, МГЭИК сообщает, что существует много доказательств и присутствует высокая степень единства мнений в отношении того, что при нынешней политике в области смягчения последствий изменения климата и соответствующей практике в области устойчивого развития мировой выброс парниковых газов будет продолжать расти в ближайшие несколько десятилетий.

Затем, вскоре после выпуска последней части Четвертого доклада об оценке в Валенсии, Испания, в ноябре 2007 г. МГЭИК получила в Осло, Норвегия, совместно с Альбертом А. Гором мл. Нобелевскую премию мира 2007 г. за «усилия по приобретению и распространению обширных знаний об изменении климата, вызванном деятельностью человека, а также по закладыванию основ для мер, необходимых для противодействия такому изменению».

И, наконец, в декабре 2007 г. на Бали, Индонезия, проходила Тринадцатая сессия Конференции Сторон (КС-13) Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН). КС приветствовала Четвертый доклад МГЭИК об оценке и выразила признательность и благодарность всем, кто принимал участие в его подготовке, за отличную работу. КС признала, что Четвертый доклад МГЭИК об оценке содержит наиболее полную и авторитетную оценку изменения климата на сегодняшний день, основанную на комплексном научно-техническом и социально-экономическом подходе к соответствующим проблемам. Она предложила МГЭИК продолжать предоставлять своевременную информацию Сторонам Конвенции по самым последним

научно-техническим и социально-экономическим аспектам изменения климата, включая вопросы смягчения последствий и адаптации. КС также приняла и пересмотрела руководящие принципы РКИК ООН для предоставления отчетности по системам наблюдений за глобальным изменением климата.

В ходе Тринадцатой сессии КС ВМО подчеркнула тот факт, что многие уязвимые развивающиеся страны уже сталкиваются со значительными трудностями в поддержании своих сетей наблюдений и что им требуется расширенная поддержка в области наращивания потенциала. Кроме того, ВМО особо отметила, что улучшенные научные исследования и мониторинг и предсказание климата являются ключевыми элементами для защиты жизни и имущества, в связи с чем эти страны следует наделять возможностью использования систем заблаговременных предупреждений наиболее адекватным образом в рамках их деятельности по уменьшению опасности стихийных бедствий, тем самым внося вклад в их устойчивое развитие.

ВМО вновь смогла принять вызовы, брошенные ей потребностью в устойчивом развитии, снижении людских и материальных потерь, возникающих по причине стихийных бедствий и других катастрофических явлений, связанных с погодой, климатом и водой, а также в сохранении окружающей среды и глобального климата для нынешнего и грядущих поколений. Следует отметить, что в новой преамбуле к Конвенции ВМО, принятой Пятнадцатым Всемирным метеорологическим конгрессом, признается роль и важность комплексной международной системы наблюдений, сбора, обработки и распространения метеорологических, гидрологических и связанных с ними данных и продукции.

В этой связи хотел бы поздравить все страны-члены ВМО со Всемирным днем метеорологии – 2008.

Всемирная служба погоды сегодня

Дж. Хейс*

Введение

В январе 2003 г. Джеймс Расмуссен подготовил для Бюллетеня ВМО краткую историю Всемирной службы погоды. Он напомнил, что в апреле 1963 г. «Четвертый Всемирный метеорологический конгресс утвердил концепцию Всемирной службы погоды (ВСП) и отправил ВМО в путь, который невероятным образом изменил и обогатил развитие метеорологии и атмосферных наук». Наступление эры наблюдений из космоса явилось импульсом, который дал толчок принятию этого судьбоносного решения. После запуска Советским Союзом в 1957 г. ИСЗ «Спутник», а США в 1960 г. – спутника «Тайрос», Президент США Джон Ф. Кеннеди обратился к Генеральной Ассамблее Организации Объединенных Наций по поводу поиска путей для использования космического пространства в мирных целях. Далее последовала история, отраженная в статье Расмуссена.

После 2002 г. ряд инициатив и достижений оказали значительное влияние на Всемирную службу погоды. Действительно, именно в последние годы во всем мире уделялось большое внимание получению и распространению знаний об окружающей среде, и на этой деятельности был сделан сильный акцент. Кульминационным моментом явилось присуждение в 2007 г. Нобелевской премии мира Межправительственной группе экспертов по изменению климата и Альберту Арнольду Гору младшему за «усилия в деле накопления и рас-

пространения масштабных знаний об антропогенном изменении климата и создания фундамента по использованию мер, необходимых для противодействия такому изменению». Относительно Всемирной службы погоды были приняты три важных решения, позволяющие сформировать будущую ВСП, способную обеспечить улучшенное обслуживание в области метеорологии, гидрологии и окружающей среды посредством нацеливания науки и технологии на удовлетворение нужд общества, а также продемонстрировать ведущую роль ВМО на международной арене в производстве продукции и предоставлении обслуживания, связанного с погодой, климатом и водой.

Во-первых, Четырнадцатый Всемирный метеорологический конгресс (май 2003 г.) принял решение существенно улучшить Глобальную систему телесвязи Всемирной службы погоды с помощью осуществления проекта под названием Информационная система ВМО (ИСВ). Во-вторых, в июле 2003 г. по приглашению США представители 33 стран и Европейской комиссии собрались на первой Встрече на высшем уровне по проблемам наблюдения за Землей (ЕОС-I), чтобы принять декларацию, призывающую к действиям по укреплению глобального сотрудничества в области наблюдения за Землей. В-третьих, Пятнадцатый Всемирный метеорологический конгресс (май 2007 г.) принял решение двигаться в направлении усиления интеграции систем наблюдения ВМО.

Эти три события являются краеугольными камнями в смене системы поня-

тий в странах-членах ВМО. Чтобы лучше оценить изменения, в настоящей статье рассматривается состояние Всемирной службы погоды в 2002 г. и кратко обобщаются предпринятые после 2002 г. инициативы.

Всемирная служба погоды в 2002 году и в настоящее время

Основная цель ВСП в 2002 г. заключалась в обеспечении того, чтобы все страны-члены получали метеорологическую информацию, необходимую им как для оперативной работы, так и для научных исследований, и эта цель по-прежнему остается основной движущей силой. ВСП является глобальной системой, работа которой координируется и поддерживается ВМО и другими международными организациями и которая включает национальные технические средства и виды обслуживания, предоставляемые отдельными странами-членами.

В 2002 г. ВСП состояла из следующих основных компонентов:

- Глобальная система наблюдений (ГСН), которая включала сети наблюдений и другие технические средства;
- Глобальная система телесвязи (ГСТ), которая включала центры телесвязи, технические средства и приспособления для быстрого обмена информацией;
- Глобальная система обработки данных (ГСОД), которая включала метеорологические центры и оперативные средства для обработки данных наблюдений и подготовки прогнозов.

* Постоянный представитель США при ВМО и бывший директор (2006–2007 гг.) Департамента ВМО по программе Всемирной службы погоды

Глобальная система наблюдений (ГСН)

Космическая система спутников по исследованию окружающей среды

В состав современных оперативных метеорологических спутников входят спутники с геостационарной и полярной орбитой, запущенные Китаем, Индией, Японией, США и EUMETSAT.

Экспериментальные спутниковые программы, которые вносят вклад в ГСН

Бразильский национальный
институт космических
исследований и НКАК
СБЕРС-2, СБЕРС-2В

Наземная сеть систем наблюдений

Аэрологические наблюдения

Использование сегодняшними системами наблюдений Глобальной системы определения местоположения привело к постоянному улучшению качества данных и упростило их эксплуатацию. Однако в связи с высокой стоимостью оборудования и расходных материалов создать глобальную сеть, которая предусматривалась первоначально, стало практически невозможно. Некоторых успехов удалось достигнуть посредством использования вертикально направленных радиолокационных систем (профилометров), современных авиационных электронных систем на борту коммерческих авиалайнеров, которые обеспечивают сбор данных об окружающей среде при подъеме и снижении самолета, а также на эшелоне полета, улучшенных возможностей для зондирования со спутников и аэрологических систем, регулярно размещаемых на морских судах. Сеть аэрологических наблюдений в точке по-прежнему остается основной проблемой для ВСР.

Приземные наблюдения

Развитие метеорологических наблюдений на поверхности Земли характеризуют два основных достижения. Первое достижение связано с развитием технологий автоматизированного наблюдения за погодой, которые поз-



Рисунок 1 – Космический компонент Глобальной системы наблюдений, состоящий из трех групп спутников

воляют более эффективно использовать персонал и размещать системы наблюдений в более отдаленных местах. Второе достижение заключается в значительном усовершенствовании наблюдений над океанами. Совместные усилия Межправительственной океанографической комиссии (МОК) ЮНЕСКО и ВМО, которые привели к осуществлению Объединенной глобальной системы океанических служб, явились первым шагом на пути к удовлетворению требования по охвату данными наблюдений акваторий океанов. Разработка и размещение по всей акватории Мирового океана систем дрейфующих и заякоренных буев с использованием спутниковых систем для сбора и передачи данных кардинально улучшили картину охвата данными. Сеть АРГО, в состав которой входят 3000 ныряющих буев, недавно получила статус оперативной сети наблюдений.

Интегрированная глобальная система наблюдений ВМО (ИГСН ВМО)

Широко признается необходимость во всеобъемлющей, скоординированной и устойчивой глобальной системе наблюдений, которая объединит в одно целое разнообразные космические и наземные системы наблюдений таким образом, что это позволит оптимизировать информацию о текущих условиях окружающей среды и использование этой информации для выпуска прогностической продукции и предоставления соответствующего обслуживания на основе данных о погоде, воде и климате. Многим международным организациям прихо-

дится систематически контролировать функционирование этих разнообразных систем, и для удовлетворения своих потребностей они разработали стратегии и программы, касающиеся предоставления данных наблюдений. Пятнадцатый конгресс утвердил концепцию Интегрированной глобальной системы наблюдений ВМО (ИГСН ВМО), которая с организационной точки зрения является ответом ВМО на необходимость в интеграции. Таким образом, для выполнения широкомасштабных задач по интеграции необходимо эффективное сотрудничество между всеми партнерами.

ИГСН ВМО является всеобъемлющей скоординированной и устойчивой системой систем наблюдений, в основе которой лежат потребности всех программ ВМО в наблюдениях. Она обеспечивает наличие необходимых данных и информации и облегчает доступ к ним с помощью Информационной системы ВМО в соответствии с определенными временными, географическими и организационными потребностями, включая потребности в данных, получаемых в реальном времени, в режиме, близком к реальному времени, и в задержанном режиме. При этом будут соблюдаться принципы, касающиеся совместного использования данных, и будет оказываться содействие в обеспечении высоких стандартов качества данных и в предоставлении выгод.

В состав наземного и космического компонентов ИГСН ВМО входят сети метеорологических наблюдений (например, ГСН/ВСП, система передачи метеорологических данных с самолета, программа автоматизированных аэрологических наблюдений с борта судна); сети наблюдений за составом атмосферы (например, Глобальная служба атмосферы); сети радиационных наблюдений (например, опорная сеть для измерения приземной радиации); сети и системы морских метеорологических наблюдений (например, суда, добровольно проводящие наблюдения, системы дрейфующих и заякоренных буев); сети гидрологических наблюдений (например, компоненты Всемирной системы наблюдений за гидрологическим циклом); различные системы атмосферных, гидрологических, океанографических и наземных наблюдений, которые вносят вклад в работу Глобальной системы наблюдений за климатом. Более эффектив-

ный мониторинг, осуществляемый посредством интеграции наземных и космических наблюдений, имеет существенное значение для понимания глобального климата и компонентов глобальной климатической системы: атмосферы, гидрологических условий, океана, поверхности суши и криосферы.

Развитие и осуществление ИГСН будет проходить параллельно с планированием и осуществлением Информационной системы ВМО. Сочетание усилий по этим двум направлениям позволит создать комплексную, сквозную систему систем ВМО, разработанную в целях улучшения способности стран-членов эффективным образом предоставлять широкий диапазон обслуживания и более эффективно удовлетворять потребности исследовательских программ.

ИГСН ВМО позволит создать организационную, программную, процедурную и управленческую структуру, которая в значительной степени улучшит обеспеченность данными наблюдений и продукцией. Она обеспечит единый центр для управления всеми системами наблюдений ВМО, а также механизм для взаимодействия с системами, которые ВМО поддерживает совместно с другими организациями. Интеграция приведет к повышению эффективности и экономии средств, которые затем можно reinvestировать для устранения недостатков и пробелов в современной структуре и рабочих соглашениях.

ИГСН ВМО направлена на:

- Обеспечение экономически более эффективного подхода к удовлетворению потребностей программ ВМО с целью сокращения финансовой нагрузки на страны-члены и достижения максимальной эффективности использования информации;
- Обеспечение доступности необходимой информации, полученной от различных систем наблюдений ВМО и компонентов систем, которые ВМО поддерживает совместно с другими организациями с особым акцентом на информации, полученной со спутников, радиолокаторов, профилометров ветра, систем, установленных на борту воздушных судов, океанических платформ для наблюдений в точке, и других систем наблюдений следующего поколения;



Рисунок 2 – Спуск на воду в Беринговом море 24 октября 2007 г. канадского ныряющего буя сети АРГО (Фото: Хироши Матцунага)

- Облегчение доступа к наблюдениям (в реальном времени, в режиме, близком к реальному времени и задержанном режиме), необходимым для программ ВМО и программ, которые ВМО поддерживает совместно с другими организациями, а также для соответствующих международных конвенций;
- Обеспечение достижения и поддержки необходимых стандартов качества данных для всех потребностей программ;
- Содействие технологическим новшествам;
- Продолжение координации действий с производителями приборов и научными учреждениями в области разработки и тестирования приборов наблюдений следующего поколения;
- Разработку соответствующей регламентирующей документации, включая организационные аспекты и рекомендованные практики и процедуры;
- Осуществление комплексной взаимосвязи между существующими технологиями для обеспечения социальной отдачи.

Исходное условие, лежащее в основе концепции ИГСН ВМО, заключается в том, что согласованные общие стандарты и рекомендованные практики будут применяться ко всем системам и программам ВМО, а также к системам и программам, которые ВМО поддерживает совместно с другими организациями.

- Все данные наблюдений ИГСН ВМО, метаданные и продукция, полученная в результате обработки наблюдений, будут подлежать:
 - обмену посредством ИСВ с использованием согласованных форм и форматов представления данных;
 - использованию с применением аппаратного и программного обеспечения, совместимого со стандартами и протоколами ИГСН ВМО;
 - соблюдению согласованных стандартов в отношении приборов и методов наблюдений, а также стандартных практик и процедур, действующих в отношении сетей наблюдений;
 - архивации в согласованных с ВМО центрах архивации в принятой ИГСН ВМО форме и с принятым ИГСН ВМО разрешением.

- При осуществлении ИГСН ВМО планируется:
 - Разрабатывать стратегии для удовлетворения потребностей программ ВМО и международных партнеров в наблюдениях, используя процесс регулярного обзора потребностей ВМО;
 - Разрабатывать стратегии для обеспечения оперативной совместимости системы, включая вопросы качества данных, получаемых системами наблюдений и приборами;
 - Проводить оценку имеющихся возможностей ИГСН ВМО перед тем, как разрабатывать, приобретать и/или размещать новые системы наблюдений или датчики;
 - В максимально возможной степени использовать существующие платформы и применять концепции платформ, оснащенных разными датчиками;
 - Координировать потребности в наблюдениях и связанные с ними планы и виды деятельности со всеми соответствующими техническими комиссиями, региональными ассоциациями и программами;
 - Осуществлять построение ИГСН ВМО как системы систем наблюдений, используя существующие системы/сети наблюдений.

При построении системы систем наблюдений интеграция будет осуществляться на трех уровнях:

- Стандартизация приборов и методов наблюдений (уровень приборов и методов наблюдений);
- Общая информационная инфраструктура (уровень данных ИСВ);
- Обеспечение качества конечной продукции (уровень управления качеством/обеспечения качества/контроля качества продукции).

От использования ИГСН ВМО страны-члены ВМО и организации-партнеры по построению ИГСН ВМО получают следующие выгоды:

- Улучшение метеорологического, гидрологического и климатического обслуживания, включая обслуживание в поддержку обеспечения готовности к бедствиям и адаптации к климатическим условиям;
- Повышение качества и однородности данных междисциплинарных наблюдений и улучшение доступа к ним;

- Более эффективное использование ресурсов;
- Повышение готовности к внедрению новых систем наблюдений.

Глобальная система телесвязи (ГСТ)

Потребности национальных метеорологических служб в средствах связи для сбора данных и обмена информацией в основном удовлетворяются посредством осуществления и развития Глобальной системы телесвязи. Основываясь на технологии, которая использовалась в 1970-е годы (арендуемые телеграфные и телефонные линии), топология системы была построена вокруг обеспечения связи со странами и включала три мировых метеорологических центра (ММЦ) (Москва, Вашингтон и Мельбурн) и ряд региональных узлов телесвязи (РУТ), которые соединяли национальные метеорологические центры (НМЦ) с Главной сетью телесвязи (ГСЕТ).

Для этой системы была разработана структура управления данными, которая включала каталоги метаданных для содержания сообщений и отчетов станций наблюдений и каталоги распространения данных, которые содержали подробные сведения об источнике информации и о том, какие страны-члены подписались на получение информации и на получение какой именно информации они подписались. Эти каталоги позволяли направлять сообщения, содержащие только динамические данные, и, таким образом, повышали эффективность работы системы и скорость передачи данных.

ГСТ продолжает функционировать на трех уровнях:

- Главная сеть телесвязи – высокоскоростная узловая сеть, которая связывает между собой три мировых центра и ряд региональных узлов телесвязи с тем, чтобы посредством глобальной системы обеспечить эффективную связь между регионами;
- Региональные сети метеорологической телесвязи, которые связывают национальные метеорологические центры через РУТ;
- Национальные сети метеорологической телесвязи в пределах каждой страны.

С течением времени план развития ГСТ претерпел изменения и теперь предусматривает, что ГСТ из первоначально задуманной системы «передачи и промежуточного хранения данных» с набором автоматизированных и неавтоматизированных средств, подверженных сбоям в работе и выходу из строя (особенно на региональном уровне), преобразуется в комплекс систем распространения данных через спутники телесвязи с национальным, региональным и межрегиональным охватом, дополняющих узловые сети передачи данных и традиционные линии прямой связи. Осуществление ГСТ должно учитывать разные потребности и возможности стран-членов ВМО, начиная с наименее развитых стран и кончая наиболее передовыми государствами. Сильной чертой ГСТ ВМО является то, что она позволяет самим заинтересованным странам определять порядок связи между собой, а также внутри регионов и между регионами при условии соблюдения международных обязательств по обмену данными и протоколов обмена, согласованных на международном уровне и изложенных в Техническом регламенте ВМО.

ГСТ находится под постоянным контролем Комиссии ВМО по основным системам (КОС) и шести региональных ассоциаций ВМО, а планирование модернизации глобальных и региональных компонентов системы с учетом революционных изменений в информационно-коммуникационной технологии (ИКТ) и одновременно с обеспечением получения каждой страной-членом необходимой метеорологической информации является задачей первоочередной важности.

Широкое международное сотрудничество позволило развивать стандарты и коды для сообщений с целью дальнейшего повышения функциональности и эффективности ГСТ. В частности, были разработаны специальные коды, известные как традиционные буквенно-цифровые коды (ТБК), которые позволили эффективно передавать по сети данные наблюдений и сообщения. Основываясь первоначально на использовании телеграфных линий, ГСТ быстро развивалась, при этом для передачи данных между РУТ использовались каналы передачи данных, организованные поверх частных международных телефонных линий. Следующий этап развития ГСТ наступил после появления факсимильной связи для обмена продукцией с использова-

нием сканирования изображений. Переход в 1980-е годы к использованию протокола X25, рекомендованного МСЭ, позволил передавать по ГСТ наряду с факсимильным и ТБК-форматами данные в двоичной форме, при этом при передаче обеспечивалось отсутствие ошибок. Обмен информацией в двоичной и текстовой формах способствовал разработке кодов с использованием двоичной компрессии на основе таблиц, что позволило увеличить объем передаваемой информации при прежней пропускной способности линий связи.

Линии связи между РУТ и НМЦ также развивались, используя быстро прогрессирующие в последние годы технологии, включая технологию покадровой передачи, режим асинхронной передачи, многопротокольную коммутацию с использованием меток и другие современные управляемые сети передачи данных. Помимо того, что использование этих сетей в большинстве стран оказывается значительно более эффективным экономически, они способствуют быстрому совершенствованию и модернизации ГСТ. Быстрое развитие Интернета и связанных с ним ИКТ предоставило огромные возможности, позволяющие покупать по более низким ценам выпускаемые промышленностью более совершенные средства для обработки сообщений, что способствовало решительному и быстрому переходу к использованию на ГСТ Интернет-протоколов.

Быстрый переход ГСТ к международным промышленным стандартам

и технологиям в сочетании с имеющимся в готовом виде аппаратным и программным обеспечением дал развивающимся странам большие возможности по наращиванию потенциала, способствуя во многих из них быстрому осуществлению современных информационно-коммуникационных систем. Это, в свою очередь, позволило использовать разнообразные сетевые технологии, включая при необходимости использование Интернета в дополнение к частным линиям связи ГСТ. В некоторых случаях, особенно в развивающихся и наименее развитых странах, Интернет является единственным приемлемым по цене средством связи, несмотря на свойственные Интернету оперативные риски с точки зрения безопасности и ограниченную устойчивость в случае крупных событий с последствиями для населения, включая стихийные бедствия. По существу, ГСТ является частной системой связи, объединяющей национальные метеорологические и гидрологические службы в крупномасштабную сеть, показанную на рис. 3, обеспечивающую обмен данными, время поступления и обработки которых является критически важным. Информацию об осуществлении ГСТ в Азии по состоянию на сентябрь 2007 г. можно найти по адресу: <http://www.wmo.int/pages/prog/www/TEM/GTSstatus/R2rmtni.gif>.

Достоинством закрытой крупномасштабной сети, такой как ГСТ, является то, что она остается под полным контролем НГМС, при этом гарантируется качество обслуживания с обеспечением высокоприоритетного

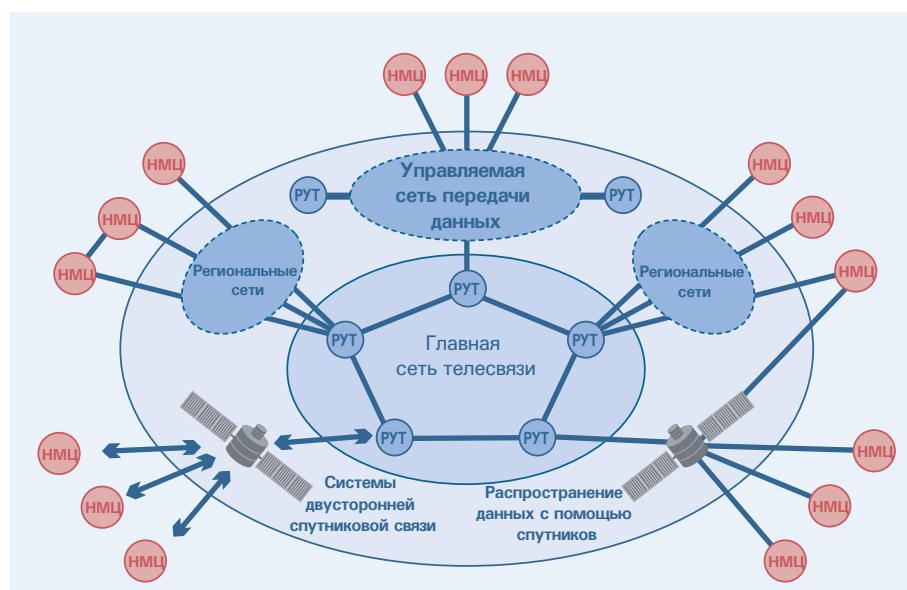


Рисунок 3 – Глобальная сеть телесвязи

трафика. Недостатком является то, что, несмотря на быстрое развитие, ее способность осуществлять передачу больших объемов данных ограничена стоимостью установления связи между центрами. Интернет, напротив, может, как привило, справиться с большими объемами данных. И с начала 1990-х годов некоторые НГМС, принимая во внимание рост объемов данных в связи с совершенствованием моделей численного прогнозирования погоды и быстрый рост объемов данных в связи с дистанционным зондированием с помощью новых улучшенных спутниковых систем, организовали двусторонние линии связи для обмена данными, а в более поздние годы стали использовать для этого Интернет.

Другие программы ВМО, помимо программы Всемирной службы погоды, также развивали обмен информацией, используя разнообразные подходы к управлению данными вне рамок структуры управления данными ГСТ, а системам управления данными НГМС пришлось работать с многочисленными источниками данных, тогда как в каталогах ГСТ уже не была представлена вся информация, доступная для стран-членов ВМО. В конечном итоге было признано, что эти разнообразные изменения в области информации и коммуникаций служили причиной неэффективности и/или дублирования усилий, а также снижали экономическую эффективность работы в целом.

Информационная система ВМО

Именно в этих условиях была предложена инициатива по созданию Информационной системы ВМО (CBS, 1992). ИСВ объединяет в себе системы связи ГСТ и гибкость новых систем, таких как Интернет, обеспечивая в то же время возможность охвата всей информации ВМО для структуры управления данными. Просто в этой новой модели основное внимание уделяется не обеспечению связи через ГСТ или Интернет, а данным, продукцией и управлению данными и продукцией (т.е. если раньше концепция была ориентирована на обеспечение связи, то теперь она ориентирована на данные).

Четырнадцатый Всемирный метеорологический конгресс официально утвердил концепцию ИСВ, констати-

руя, что для решения проблем управления данными всех программ ВМО и соответствующих международных программ необходим комплексный подход.

Являясь единой скоординированной глобальной инфраструктурой, ИСВ будет:

- использоваться для сбора и совместного использования информации в интересах всех программ ВМО и соответствующих международных программ;
- обеспечивать гибкую и расширяемую структуру, которая позволит участвующим в ней центрам совершенствовать свои возможности по мере возрастания их национальных и международных обязательств;
- базироваться на наиболее успешных компонентах существующих информационных систем ВМО в рамках эволюционного процесса;
- уделять в процессе развития особое внимание плавному и скоординированному переходу к новой системе;
- использовать в качестве основы для базовой сети существующие линии связи, которые используются в рамках Всемирной службы погоды (ВСП), в целях обеспечения обмена в реальном времени высокоприоритетными данными, время поступления и обработки которых является критически важным;
- использовать международные промышленные стандарты для протоколов, аппаратного и программного обеспечения.

Фундаментальная схема ИСВ была первоначально разработана Межкомиссионной целевой группой, и было инициировано несколько ключевых экспериментальных проектов для тестирования и разработки некоторых принципов. Руководствуясь признанием необходимости в осуществлении ИСВ и принимая во внимание всеобъемлющий характер ИСВ в отношении всех программ, Конгресс учредил Межкомиссионную координационную группу по ИСВ, которая провела свое первое совещание в январе 2005 г. Техническим комиссиям было предписано предоставлять ресурсы и поддержку для развития ИСВ.

Конгресс согласился, что ИСВ должна предоставлять три основных вида

услуг для удовлетворения различных потребностей:

- регулярный сбор и распространение данных и продукции, время поступления и обработки которых является критически важным, на основе непрерывной консолидации и дальнейшего совершенствования ГСТ (включая использование Объединенной службы глобального распространения данных);
- поиск данных, обеспечение доступа к ним и их извлечение, что в значительной степени будет осуществляться по Интернету;
- своевременная доставка данных и продукции (большие объемы данных, но время их поступления является не столь критически важным).

Пятнадцатый конгресс еще раз подтвердил необходимость в ИСВ и ее скорейшем осуществлении и подчеркнул, что ИСВ необходимо развивать в тесном контакте с развитием Интегрированной глобальной системы наблюдений ВМО и что ИСВ должна содействовать удовлетворению потребностей ИГСН ВМО в области организации связи и управления информацией. Конгресс поддержал временной график развития и осуществления ИСВ, в соответствии с которым первый оперативный глобальный центр ИСВ начнет действовать к концу 2008 года.

Глобальная система обработки данных и прогнозирования (ГСОДП)

Первоначальный план ВСП был сконцентрирован на создании трех мировых метеорологических центров (ММЦ) и предполагал, что со временем появятся ряд региональных метеорологических центров (РМЦ). Оперативная концепция заключалась в том, что ММЦ будут выполнять задачу по сбору данных (таких как выходные данные глобальных моделей численного прогнозирования погоды) и их интерпретации для использования различными РМЦ. РМЦ, в свою очередь, детализируют полученные данные для оказания поддержки национальным метеорологическим центрам в выполнении ими своих обязанностей по предоставлению обслуживания. Структура ГСОДП развивается, и в настоящее время имеются около 25 региональных специализированных метеорологических центров (РСМЦ) с

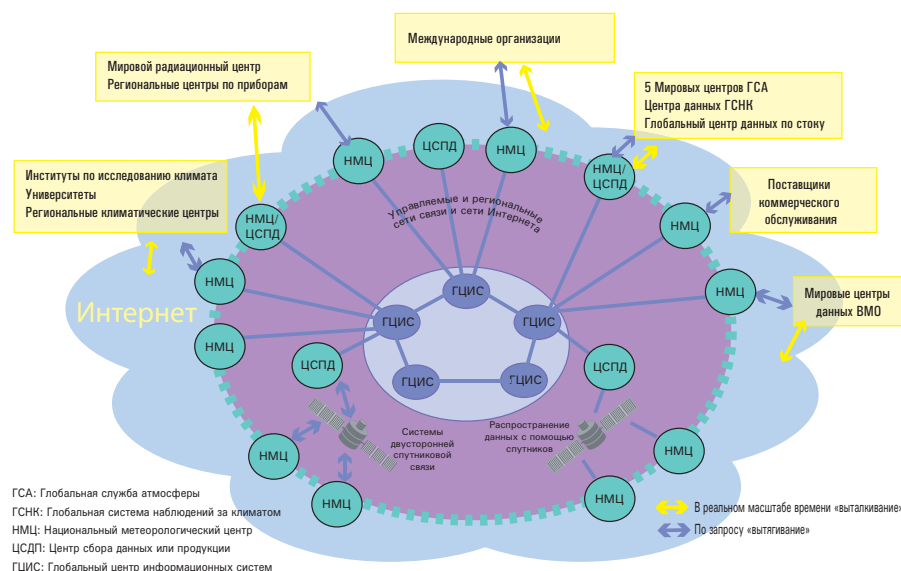


Рисунок 4 – Функциональная структура и сообщество пользователей Информационной системы ВМО

географической специализацией. Эти центры работают с набором моделей и аналитических инструментов, специально предназначенных и настроенных на предоставление методических указаний по подготовке прогнозов для конкретного района суши или океана, часто используя источники данных и знания локального или регионального характера, например сети наземных наблюдений и метеорологические радиолокаторы.

Кроме того, шесть РСМЦ несут ответственность за прогнозирование тропических циклонов, а восемь отвечают за моделирование атмосферного переноса с целью реагирования на связанные с окружающей средой чрезвычайные ситуации (ядерные аварии, извержения вулканов, дым от больших пожаров). Эти центры недавно реализовали новые оперативные возможности, чтобы для оценки источника загрязняющих веществ, переносимых по воздуху, моделировать «отслеживание в обратном порядке», как например моделирование для системы контроля Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний. Помимо этого, ряд назначенных РСМЦ предоставляют среднесрочные метеорологические прогнозы, информацию о мониторинге и прогнозировании засух, прогнозы с расширенным сроком действия, долгосрочные прогнозы, а также прогнозы УФ-индекса.

Приблизительно 80 национальных метеорологических центров в той или иной степени осуществляют численное прогнозирование погоды,

при этом диапазон используемых моделей варьируется от полных глобальных моделей до моделей по ограниченной территории и мезомасштабных моделей с высоким разрешением, часть которых реализуется совместными усилиями нескольких НМЦ. Несмотря на то, что многие НМЦ не имеют своих моделей, они получают пользу от выходной продукции моделей других центров.

С 2002 г. высокоприоритетной областью деятельности ГСОДП является совершенствование предоставления и использования данных численного прогнозирования погоды для прогноза суровых явлений погоды в развивающихся странах. В 2006 г. был инициирован Показательный проект по прогнозированию суровой погоды (ПППСП), а первый экспериментальный субпроект PPPSP осуществлялся в юго-восточной Африке, чтобы продемонстрировать пользу от предоставления и использования существующей продукции ЧПП в пяти странах (Ботсвана, Мадагаскар, Мозамбик, Объединенная Республика Танзания и Зимбабве). Субпроект включал также обучение синоптиков использованию продукции для улучшения прогнозов суровой погоды и предупреждений о сильном дожде и сильном ветре.

Этот экспериментальный субпроект, который базировался в РСМЦ Претория (Южная Африка) и получал поддержку центров ЧПП из США и Соединенного Королевства, а также Европейского центра среднесрочных

прогнозов погоды, продемонстрировал большие успехи в круглосуточном предоставлении некоторых видов специализированной продукции ЧПП для прогнозирования погоды, включая ежедневный обобщенный инструктивный материал (РСМЦ Претория) в помощь синоптикам НГМС пяти участвующих стран.

Все страны сообщили о значительных улучшениях в их программах прогнозирования погоды и подготовки предупреждений. НГМС также получают пользу от многочисленных применений ЧПП для широкого спектра метеорологического обслуживания. В 2007 г. было решено продолжать оперативно и неограниченно использовать эту продукцию и распространить ее применение на все 14 стран-членов Сообщества по развитию юга Африки. Кроме того, при координации со стороны программ ВМО по метеорологическому обслуживанию населения и предотвращению опасности и смягчению последствий стихийных бедствий инициатива получила дальнейшее развитие с целью улучшения оперативного обслуживания и обмена, а также укрепления связей между НГМС участвующих стран и пользователями метеорологического обслуживания в этих странах, включая органы, ответственные за ликвидацию стихийных бедствий. В будущем будет рассматриваться дополнительное осуществление PPPSP на всей территории Региона I и в других регионах ВМО.

В арсенале ГСОДП имеются ряд других инициатив, включая внедрение результатов научных исследований в области вероятностного и ансамблевого прогнозирования в оперативную деятельность, моделирование с улучшенным временным разрешением в РСМЦ и национальных центрах, расширенное использование постоянно совершенствующейся продукции ЧПП для многочисленных применений, укрепление международного сотрудничества в области долгосрочного прогнозирования с целью улучшения продукции и обслуживания, которое предоставляют НГМС, и обеспечения подготовки кадров. Общие усилия способствуют стабильному развитию ГСОДП посредством постоянного научно-технического прогресса, установления стандартов для обмена продукцией и проведения мероприятий по обу-



чению и наращиванию потенциала в НГМС развивающихся стран.

В последние годы технологии численного прогнозирования погоды достигли значительного уровня развития и стали пригодными для многих метеорологических применений в широком диапазоне пространственных и временных масштабов, для увеличения заблаговременности прогнозов важных метеорологических явлений и факторов, а также для разработки новых подходов к решению проблем в области прогнозирования погоды и условий окружающей среды. Однако при рассмотрении концепции развития ИГСН и ИСВ складывается впечатление, что ГСОДП является тем компонентом инфраструктуры ВСП, который пока не подвергался плановой реорганизации и новой интеграции всех аспектов обработки оперативных метеорологических данных для прогнозирования погоды и условий окружающей среды и соответствующих применений. В новом стратегическом плане ВМО на 2008–2011 гг. сделан сильный акцент на предоставление обслуживания и официально признаются как ИГСН ВМО, так и ИСВ. Можно допустить, что следующий Всемирный метеорологический конгресс примет решение о создании Прогностической системы ВМО для оказания дальнейшей поддержки предоставлению обслуживания в рамках имеющейся триады. Что будет представлять собой эта система?

Что будет представлять собой прогностическая система ВМО?

ВМО создала ГСОДП ВСП в качестве глобальной сети мировых метеорологических центров, региональных специализированных метеорологических центров и национальных метеорологических центров для удовлетворения потребностей своих

стран-членов в области прогнозирования погоды, климата и воды. Эта система успешно осуществляет обработку наблюдений посредством усвоения данных и выпускает прогностическую информацию глобального, регионального и локального масштабов в форме обобщенных и специализированных материалов, необходимых НГМС для выпуска регулярных прогнозов, предупреждений и соответствующей продукции для защиты жизни и собственности во время метеорологических, климатических и гидрологических явлений со значительными последствиями. Несмотря на то, что изначально созданная модель ГСОДП ВСП на протяжении последних десятилетий достойно работала на благо сообщества пользователей гидрометеорологического обслуживания, новые тенденции в области науки и технологии предлагают в грядущие годы большие возможности для ускорения процесса совершенствования и получения более весомых выгод.

Одно из новых направлений связано с признанием необходимости в вероятностной информации о будущем состоянии метеорологических, климатических и гидрологических систем. Каждому прогнозу внутренне присуща неопределенность, и для принятия оптимального решения пользователям необходимо учитывать эту неопределенность. Научные достижения указывают на ансамблевое прогнозирование как на наилучший практический подход к вероятностному прогнозированию. С помощью ансамблевого прогнозирования можно представить не только наиболее вероятный прогностический сценарий развития метеорологических, климатических и гидрологических условий, но и неопределенность, присущую любому прогнозу. Большинство из центров ЧПП, использующих глобальные модели, используют и системы ансамблевого прогнозирования, а некоторые из этих центров, как и некоторые НМЦ, в процессе сотрудничества осуществляют ансамблевое прогнозирование на основе выходных данных нескольких, независимо эксплуатируемых систем ЧПП для подготовки как краткосрочных, так и долгосрочных прогнозов.

Второе направление, связанное с первым, касается признания необходимости в продукции и обслуживании, ориентированном на нужды

пользователей. Это выходит за рамки подготовки стандартной базовой прогностической информации и может включать специализированную продукцию и обслуживание, обусловленное конкретными потребностями и непосредственно касающееся применений в области здоровья, энергетики, экологии и других областях. Принимая во внимание первое направление, для достижения максимального эффекта такую продукцию и обслуживание следует также предоставлять в вероятностной форме.

Третье направление связано с появлением новых технологических особенностей, таких как современная, охватывающая весь мир система связи, включающая Интернет и позволяющая осуществлять немедленный распределенный доступ к продукции и обслуживанию; разработка открытых программных средств, значительно расширяющая сферу для международного сотрудничества как в рамках сообществ, занятых оперативной и научно-исследовательской деятельностью, так и между этими сообществами; постоянно растущие вычислительные мощности, значительно расширяющие возможности ЧПП и возможности, связанные с ЧПП. Все эти особенности лежат в основе развития Информационной системы ВМО и Интегрированной глобальной системы наблюдений ВМО.

Ученые, работающие в рамках Эксперимента по изучению систем наблюдений и вопросов предсказуемости (ТОРПЭКС)/Всемирной программы метеорологических исследований/Комиссии ВМО по атмосферным наукам, активно участвуют в расширении научной базы для двух первых направлений. Что касается первого направления, то важным компонентом неопределенности прогнозов является использование несовершенных численных моделей в дополнение к несовершенному знанию исходного состояния системы атмосфера–суша–океан. Исследования и разработки с использованием данных Интерактивного комплексного глобального ансамбля ТОРПЭКС (ТИГГЕ) и Северо-Американской системы ансамблевого прогнозирования для прогнозов синоптических временных масштабов, а также данных Европейского проекта ДЕТЕМЕТЕР для сезонных прогнозов указывают на пользу комбинирования ансамблевых прогнозов, подготовленных различными центрами

численного прогнозирования погоды по всему миру.

В рамках второго направления предусматривается, что потребности пользователей окажут влияние не только на конечную продукцию, но в процессе взаимодействия будут служить определяющим фактором выбора наблюдений, которые нужно произвести, моделей и других средств обработки, которые нужно использовать в зависимости от возможного воздействия на группы пользователей метеорологических, климатических и гидрологических явлений со значительными последствиями, что в результате позволит иметь ГСОДП с адаптивной конфигурацией, начиная от систем наблюдения и кончая обслуживанием пользователей и вспомогательными системами.

На основе научно-технических тенденций, о которых говорилось выше, в рамках программы ТОРПЭКС разрабатывается проект плана для создания Глобальной интерактивной прогностической системы (ГИФС). Участвующие центры будут предоставлять численные ансамблевые прогнозы, касающиеся конкретных применений. Ансамблевые данные будут усовершенствоваться с помощью статистических методов, позволяющих устранить систематические ошибки и сделать данные более пригодными для практических применений (например, для создания вероятностной продукции и уменьшения охвата территории). Затем данные ансамблевого прогноза могут быть дополнительно обработаны в соответствии с конкретными потребностями пользователей, чтобы обеспечить для сообщества пользователей ВМО, особенно в наименее развитых регионах, поддержку доступа в реальном времени к специализированной продукции и обслуживанию.

ГИФС использует текущие практики ансамблевого прогнозирования, ЧПП и другие оперативные практики ММЦ и РСМЦ. Что касается новых функциональных возможностей, то их предполагается реализовывать либо в существующих, либо во вновь созданных ММЦ и/или РСМЦ. В основе ГИФС лежит ансамблевое прогнозирование с использованием нескольких центров, которое предлагает решение для подготовки улучшенного и интегрированного комплекта прогностической продукции от самых маленьких пространственных и временных масштабов до масштабов, позволяющих прогнозировать изменчивость климата. На поздней, более продвинутой стадии ГИФС на основе взаимодействия с пользователями будет иметь возможность адаптировать их потребности в рамках Глобальной системы систем наблюдений за Землей и всего процесса прогнозирования. По мере слияния научных и технологических достижений в ГСОДП произойдут коренные изменения, которые позволят иметь более мощную систему, характеризующуюся таким уровнем интерактивности, адаптивности и реагирования на потребности пользователей, которого ранее никогда не было.

Заключительные замечания

Как видно из этого короткого обзора, ВСП живет и здравствует. Начиная с первоначальной концепции, представленной в обобщенном виде в статье Расмуссена в 2003 г., до настоящего времени предпринимались важные инициативы по повышению возможностей НГМС. На будущее также разработаны интересные планы и программы. Однако было бы неправильно не привлечь внимание к одной из самых интересных стра-

тегических инициатив со времени появления Всемирной службы погоды – к Глобальной системе систем наблюдений за Землей (ГЕОСС).

Как кратко упоминалось выше, ГЕОСС предназначена для комплексной и устойчивой интеграции информации об окружающей среде и использования этой информации для ряда дополнительных социально-экономических применений. Уязвимость современного общества, экономики и окружающей среды к воздействию метеорологических, климатических и гидрологических явлений со значительными последствиями была в достаточной мере продемонстрирована на примере цунами в Индийском океане в 2004 г., засух и разрушительных наводнений на всех континентах и суровой погоды, включая жару и холод. Для эффективного смягчения последствий таких явлений и адаптации к ним необходимы точные наблюдения и прогнозирование в глобальном, региональном и локальном масштабах в сочетании с повышением потенциала руководителей работ по уменьшению опасности бедствий и лиц, определяющих политику, по использованию предоставляемой им информации. ГЕОСС обеспечивает структуру в поддержку этой важной деятельности, а ВСП XXI века является ключевым участником этой принципиально новой структуры.

Литература

- RASMUSSEN, J.R., 2003: Historical development of the World Weather Watch, *WMO Bulletin* 52 (1), 16–25.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 1992: Commission for Basic Systems, Abridged final report of the 10th session (WMO-No. 784), Geneva.

Потребности в наблюдениях для прогнозирования климата и адаптации

Кевин Е. Тренберт*

Введение

Климат меняется. В целом, температура растет (рис.1) из-за вызванных деятельностью человека изменений в составе атмосферы, в особенности повышения содержания в атмосфере двуокси углерода вследствие сжигания ископаемых видов топлива (IPCC, 2007). Большею частью суша нагревается быстрее, чем океан. Однако более внимательное рассмотрение рис. 1 показывает, что фактическая температура понизилась в период 1901–2005 гг. в юго-восточной части США и в Северной Атлантике. Почему это произошло? В Северной Атлантике очевидный вклад вносят изменения в океанских течениях. В юго-восточной части США основную роль играли изменения в атмосферной циркуляции, которые вызвали более облачную и влажную погоду (Trenberth *et al.*, 2007). Эта неоднородность изменений выдвинула на первый план проблемы регионального изменения климата, которое имеет отчетливую пространственную структуру и временную изменчивость.

Исследование климата и его будущие прогнозы строятся на основании данных наблюдений. Данные наблюдений поступают из многочисленных и разнообразных источников. Большая часть наблюдений осуществляется для целей прогнозирования погоды. Приборы и места наблюдений обычно претерпевают изменения и, таким образом, разрывают ряды климатических данных, в которых непрерывность и однородность играют жизненно

важную роль для оценки колебаний и изменения климата. Растущие объемы данных наблюдений поступают с космических платформ, но спутники имеют ограниченный срок службы (обычно пять лет или около этого), орбита со временем медленно смещается и уменьшается, приборы изнашиваются, а, следовательно, ряды климатических данных могут пострадать от изменений случайного характера. Текущая задача заключается в том, чтобы на основе наблюдений создать ряды климатических данных, которые можно использовать для различных целей.

Потеря спутников наблюдения за Землей также вызывает озабоченность, что было документально зафиксировано в отчете Национального совета по научным исследованиям за десятилет-

ний период (National Research Council, 2007). Наземные наблюдения во многих странах не поддерживаются в должном порядке. Критическое значение имеет калибровка рядов климатических данных. Для изменения климата характерны небольшие изменения в течение длительного периода времени, но происходят они в гуще крупных изменений, обусловленных погодой и природными климатическими колебаниями, такими как Эль-Ниньо. Но климат меняется, и необходимо отслеживать изменения и их причины по мере того, как они происходят, а также прогнозировать перспективы на будущее в той мере, в которой они поддаются прогнозированию. На основе данных наблюдений необходимо создать систему информирования лиц, принимающих решения о том, что происходит, каковы прогнозы на будущее

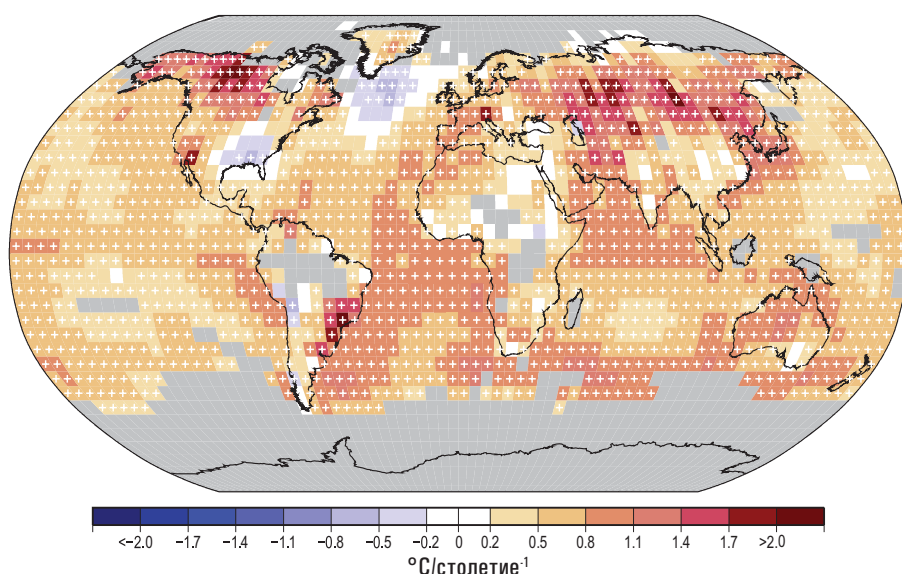


Рисунок 1 – Линейный тренд годовой температуры за 1901–2005 гг. ($^{\circ}\text{C}/\text{столетие}^{-1}$). Серым цветом обозначены области, где для построения надежных трендов не достаточно данных. Тренды с 5%-м уровнем значимости обозначены белым цветом и значками. (Из Trenberth *et al.*, Изменение климата 2007 г.: Естественно-научные аспекты, Межправительственная группа экспертов по изменению климата)

* Национальный центр атмосферных исследований, Боулдер, шт. Колорадо 80307, США.
E-mail: trenbert@ucar.edu.

для различных интервалов времени и чем эти прогнозы обусловлены.

В данной статье в общих чертах говорится о ряде видов деятельности, связанных с потребностями лиц, принимающих решения в климатической информации для целей адаптации. В основу статьи положены отдельные дискуссии, имевшие место на практическом семинаре по материалам Четвертого доклада об оценках Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) (4–6 октября 2007 г., Сидней, Австралия). Семинар проходил при поддержке Глобальной системы наблюдений за климатом, Всемирной программы исследований климата (ВПИК) и Международной программы геосфера-биосфера Международного союза по науке. В рамках ВПИК Группа экспертов по наблюдениям и усвоению данных (ГЭНУД), председателем которой является автор статьи, пытается выдвинуть на первый план неразрешенные проблемы и найти пути их решения.

Создание информационной базы для адаптации

Подробный диагноз основных показателей состояния планеты Земля показал, что планету бросило в «жар», а прогноз говорит, что имеется предрасположенность к усугублению ситуации. «Потепление климатической системы несомненно» и «весьма вероятно», что оно обусловлено деятельностью человека. Такое заключение сделано в Четвертом докладе МГЭИК об оценках, известном как 4ДО. Несмотря на то, что смягчение антропогенного изменения климата имеет жизненное значение, имеющиеся данные дают возможность предположить, что в течение следующих нескольких десятилетий климат будет продолжать изменяться под воздействием деятельности человека, и в этой связи необходимо принимать меры по адаптации.

Непрерывным и существенно важным первым шагом является создание Системы климатической информации (Trenberth *et al.*, 2002; 2006), которая должна информировать лиц, принимающих решения о том, что и почему происходит и каковы ближайшие перспективы (см. рис. 2). В целом, требуется следующее: наблюдения (удовлетворяющие принципам

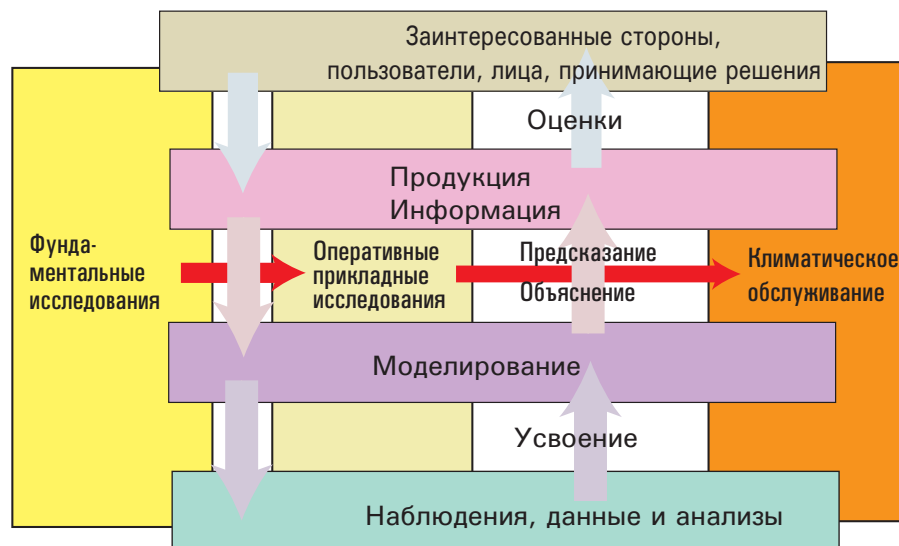


Рисунок 2 – Технологическая схема системы климатической информации, отображающая движение от фундаментальных исследований к прикладным и оперативным исследованиям и разработке климатического обслуживания. В основе системы климатической информации лежит система наблюдений за климатом, которая включает анализ и усвоение данных с использованием моделей с целью подготовки анализов и полей для инициализации моделей. Далее следуют использование моделей для объяснения причин и предсказания, оценка всех данных и их комплектация для выпуска продукции и информации, которая распространяется среди пользователей. Пользователи, в свою очередь, посредством обратной связи информируют о своих потребностях и о том, как улучшить информацию.

наблюдения за климатом); система отслеживания эффективности функционирования; усвоение, архивация и организация хранения данных; доступ к данным, включая управление данными и их интеграцию; анализ и повторный анализ данных наблюдений и получение продукции, включая ряды климатических данных (National Research Council, 2005); оценка того, что произошло, и объяснение причин, включая оценку вероятных последствий для человеческих и экосистем; прогнозирование изменения климата на несколько десятилетий; реагирование на потребности лиц, принимающих решения, и пользователей.

То есть, во-первых, это – сбор информации об изменениях климата и о внешних воздействиях и, насколько возможно, объяснение причин произошедших изменений. Любая деятельность по объяснению причин касается научных аспектов предсказуемости климата, включая предсказуемость изменчивости климата (например, предсказуемость явления Эль-Ниньо/Южное колебание (ЭНКО), сезонной изменчивости и т.д.), а также долгосрочного его изменения. В действительности понимание и объяснение причин того, что только что произошло, представляется одной из предпосылок для дальнейших предсказаний климата. Основная

цель состоит в том, чтобы понять причины наблюдаемой изменчивости и изменения климата, включая неопределенности, и быть способным (а) использовать это понимание для приближения выходной продукции моделей к реальности и повышения оправдываемости прогнозов и (б) довести это понимание информации о климате до пользователей и общественности в целом.

Объяснение причин может осуществляться в два этапа. Например, первый этап включает прогон моделей атмосферы для определения степени, в которой недавнее состояние атмосферы могло бы быть предсказано при наличии данных наблюдений о температуре поверхности моря (ТПМ), влажности почвы, морском льде и других аномальных влияниях на атмосферу. На втором этапе следует объяснить, почему ТПМ, влажность почвы и т.д. такие, какие они есть. По мере совершенствования моделей появляется возможность объяснить причины тех климатических явлений, которые в прошлом были необъяснимы.

Модели далеки от совершенства и, по-видимому, недооценивают то, что фактически может быть объяснено. Отдельные исследователи могут идти впереди общего мнения.

Соответственно, на обоих этапах необходимо принимать во внимание недостатки моделей, а эмпирические (статистические и т.д.) данные часто могут быть более привлекательными. Потребность заключается в том, чтобы значительно расширить вычислительные ресурсы для ансамблевого моделирования и моделирования с разрешением, достаточным для объяснения причин климатических явлений регионального масштаба (например, засух, ураганов, наводнений). Вопросом исследований является то, как сделать это эффективно.

В оперативном аспекте при разработке системы климатической информации потенциально используется основная часть из того, что в настоящее время сделано МГЭИК. Многие научные вопросы связаны с тем, как разрабатывать эту систему и что она должна в себя включать, чтобы быть жизнеспособной. Как указано ниже, соответствующая последующая деятельность будет, таким образом, состоять в том, чтобы улучшить и инициализировать модели климата и дать ансамблевые прогнозы на 30 лет или около этого.

Инициализация и проверка обоснованности прогнозов на десятилетие

Использование моделей атмосферы с заданными значениями ТПМ часто дает ключ к пониманию аномалий климата в прошлом. Например, имея заданные значения ТПМ можно смоделировать засуху в Сахели (Giannini *et al.*, 2003) и период засухи «пыльный котел» в США в 1930-е годы (Schubert *et al.*, 2004; Seager *et al.*, 2005). Hurrell *et al.* (2004) находят, что с заданными значениями ТПМ можно смоделировать некоторые аспекты Североатлантического колебания. Но для этого необходимо иметь данные о характере ТПМ по всему земному шару, как полученные путем моделирования, так и данные наблюдений, и очевидно, что предсказания подобного рода невозможны без инициализации океанов и других аспектов климатической системы. В какой степени это ведет к предсказуемости климата, пока не ясно, но основная гипотеза здесь заключается в том, что имеются значительные возможности для предсказания климата, которые могут быть использованы лицами, принимающими решения для более эффективной адаптации и пла-

нирования. Первые испытания этого подхода (Smith *et al.*, 2007) вселяют надежду и говорят о пользе инициализации моделей, но пока польза связана только с ЭНСО.

В 30-летнем временном интервале предсказания климата не чувствительны к сценариям выбросов, и этот аспект в значительной мере можно не рассматривать. Однако прогнозы в этом интервале времени были бы весьма полезны. Таким образом, предсказания (изменения) климата нужны, чтобы предоставлять информацию во временном масштабе от 0 до 30 лет, но с оценками неопределенности (ансамбли) и оценками чувствительности к ошибкам в исходных условиях. Это также ведет к усовершенствованию моделей посредством регулярного сравнения их выходной продукции с данными наблюдений, как рассматривается ниже. В рамках ВПИК инициализированы исследования в этой области под флагом «непрерывного предсказания климата», которые предусматривают предсказания в различных временных масштабах от численного прогнозирования погоды до прогнозирования со сроком, расширенным до недель (см. Эксперимент по изучению систем наблюдений и вопросов предсказуемости (ТОРПЭК) <http://www.wmo.int/pages/prog/arep/thorpex/>), прогнозирования межгодовой изменчивости, включая ЭНСО, предсказаний на десятилетия, при этом для всех предсказаний в качестве задачи с начальными условиями требуется задать исходное состояние по данным наблюдений.

Для прогнозирования погоды необходим подробный анализ атмосферы, но неопределенности в исходном состоянии быстро возрастают в течение нескольких дней. Для прогнозирования климата исходное состояние атмосферы не столь важно, вместо одного исходного состояния можно подставлять другое, отделенное от первого интервалом в день или около этого. Однако исходные состояния других компонентов климатической системы, часть которых может не иметь критического значения для повседневного прогнозирования погоды, становятся крайне необходимыми. Для прогнозов в масштабах от сезона до года важными являются ТПМ, протяженность морского льда и содержание тепла в верхнем слое

океана, влажность почвы, снежный покров и состояние растительности на поверхности земли. Прогнозирование с такими исходными параметрами уже используются для Эль-Ниньо, в настоящее время ведутся работы по расширению этого прогнозирования до масштабов всего Мирового океана. Для более долгосрочных прогнозов необходима информация по всему океану. Данные о массе, протяженности, толщине и состоянии морского льда и снежного покрова имеют жизненное значение для высоких широт. Данные о состоянии влажности почвы и растительности на земной поверхности, наряду с другими аспектами состояния земной поверхности, особенно важны для понимания и прогнозирования осадков и аномалий температуры в теплый сезон. Любая информация о систематических изменениях в атмосфере (особенно о ее составе и влиянии вулканических выбросов), а также о внешних воздействиях, таких как изменения в состоянии солнца, также необходима. Неопределенности в исходном состоянии и отсутствие возможности для детального прогнозирования атмосферы и других аспектов климата вынуждают осуществлять ансамблевое прогнозирование и давать статистические прогнозы.

Данная деятельность непосредственно используется для обеспечения региональных прогнозов, включая уменьшение охвата моделей с глобального до регионального, и должна привести к получению распределения вероятности для представляющих интерес полей. Результаты будут иметь прямое применение на региональном уровне, где воздействия ощущаются более всего и где можно осуществлять запланированные меры по адаптации.

Предсказуемость климата должна быть обусловлена определенными явлениями, которые развиваются медленно или которые характеризуются сильной тепловой инерцией, такие как системы океанских течений, включая меридиональную термогалинную циркуляцию океана, ледовые щиты, уровень моря и характеристики суши. Некоторая степень предсказуемости может быть выявлена по результатам экспериментов с использованием моделей, но только в той мере, в какой сами модели соответствуют требованиям. Устранение систематических ошибок является особой проблемой

при усвоении данных реальных наблюдений. Наличие высококачественных всеобъемлющих комплектов данных крайне важно как для инициализации моделей, так и для их проверки в ретроспективном режиме, и это связано с повторным анализом компонентов климатической системы, возможно, в совмещенном режиме. Такие данные необходимы для совершенствования моделей. Придется находить компромиссы при рассмотрении таких аспектов, как высокое разрешение и точность в сопоставлении с многократными прогонами, ансамблями с возмущениями, а также ансамблями с использованием нескольких моделей. Разработка показателей для оценки является развивающейся областью деятельности, но внимание следует уделить режимам изменчивости, таким как ЭНСО, и тому, как справиться с проблемой недостающих явлений, таких как тропические циклоны.

Сравнение выходной продукции моделей с данными наблюдений

Чтобы интерпретировать наблюдаемые исторические изменения в климатической системе и с уверенностью прогнозировать будущее изменение, желательно проводить сравнение выходной продукции моделей с разнообразными данными наблюдений. В 4ДО продемонстрировано, что в настоящее время имеется относительно хорошее понимание причин изменения в приземной температуре, наблюдавшихся в XX веке как в глобальном, так и континентальном масштабе. Мы можем количественно оценить вклад в наблюдаемые изменения основных факторов, оказывавших влияние на климат на протяжении прошлого столетия (включая влияние деятельности человека). Однако наши возможности интерпретировать изменения в большей части других, подверженных внешним влияниям переменных (таких как изменения в циркуляции, изменения в осадках и изменения в экстремальных явлениях различных типов) по-прежнему весьма ограничены.

Необходимо провести конкретно спланированные эксперименты, чтобы выявить и откорректировать устойчивые систематические ошибки моделей, вызванные, например, постоянными трудностями в представлении конвективных процессов, что приводит к пло-

хому представлению суточного цикла осадков, взаимосвязанных типов взаимодействия между воздухом и морем и распределения морских слоистых облаков. Необходимы сконцентрированные эксперименты, чтобы выявить причины конкретных и постоянных систематических ошибок в моделях на уровне процессов. Например, Проект по взаимосравнению моделей облачных обратных связей (CFMIP) (<http://cfmip.metoffice.com/index.html>) сконцентрирован на их изучении. В проекте по взаимосравнению транспозиционных атмосферных моделей задействованы климатические модели в режиме прогнозирования погоды с целью изучения систематических ошибок моделей, которые быстро накапливаются при подготовке прогнозов с заблаговременностью до пяти дней.

Имеется настоятельная необходимость в разработке и применении набора показателей, одобренного сообществом, для оценки различных моделей, которые вносят вклад в крупные ансамблевые системы. В основу показателей должна быть положена способность моделей воспроизводить средний годовой цикл, наблюдаемую изменчивость климата в масштабах от часов (суточная изменчивость) до десятилетий, черты более длительного исторического развития климатической системы по палеоклиматическим данным, например, за последнее тысячелетие, в период последнего ледникового максимума, или другие периоды, когда ограничения в наблюдениях адекватны, а также способность давать краткосрочные прогнозы погоды в качестве задачи с начальными условиями и оценку краткосрочного развития климатической системы в качестве задачи с начальными и граничными условиями.

Повторные обработка и анализ

Несмотря на то, что в целом наблюдаются непрерывное совершенствование сети спутников наблюдения за Землей и значительное расширение наблюдений, выполняемых оперативными спутниками, возникли проблемы с организацией и поддержкой климатических наблюдений из космоса. Снижение количества программ Национальной системы оперативных полярно-орбитальных спутников для наблюдения

за окружающей средой, в рамках которых климатические наблюдения были серьезно дискредитированы, подчеркнуло эти проблемы. Долгосрочные перспективы спутниковых наблюдений за Землей также не так хороши, как были ранее (National Research Council, 2007).

Постоянные проблемы с организацией и поддержкой глобальных измерений основных климатических переменных подчеркивают необходимость в официальной международной координации этих измерений, которые выполняются различными агентствами и в рамках различных программ, в контакте с группами пользователей, представляющими сообщество, занятое изучением климата. Координация имеет особое значение на стадии проектирования программ (для обеспечения последовательности и непрерывности) и при осуществлении калибровки и проверки собранных данных (для обеспечения их пространственного и временного единообразия). Комитет по спутниковым наблюдениям отметил оба этих аспекта, предложив концепцию виртуальной спутниковой группировки и Глобальную спутниковую систему взаимокалибровки.

Необходимо проделать большую работу, чтобы использовать данные уже выполненных наблюдений. Ключевая часть общей стратегии по созданию климатических рядов данных заключается в необходимости разработать эффективную программу повторной обработки данных за прошлое время (GCOS, 2005) и повторного анализа всех данных для создания глобальных полей. В 4ДО МГЭИК отмечены недостатки во многих рядах климатических данных, особенно данных наблюдений из космоса. Однако соответствующие научные исследования также продемонстрировали потенциальные возможности для улучшения рядов данных по мере прогресса в разработке алгоритмов и нахождении путей для решения имеющихся проблем. Проблемы касаются разрывов непрерывности в рядах данных в связи со сменой приборов и спутников, смещения орбиты, а также всего, что связано с созданием точных рядов климатических данных.

Группа экспертов ВПИК по наблюдениям и усвоению данных опубликовала ряд руководящих принципов (<http://wcrp.ipsl.jussieu>).

fr/ReprocessingPrinciples.pdf), касающихся повторной обработки данных. Чтобы достигнуть соглашения относительно алгоритмов и процедур калибровки, весьма желательно осуществлять координацию деятельности основных спутниковых агентств. Поля будут включать данные о температуре, водяном паре, облаках, радиации, температуре морской поверхности, морском льде и снежном покрове и особенно о тропических штормах и ураганах. Научное сообщество может выполнить эту работу, но для этого в частности потребуются значительные ресурсы и координация деятельности международных спутниковых агентств.

Глобальные анализы атмосферы выпускаются оперативно в реальном времени. По мере совершенствования модели усвоения, используемой для анализа данных наблюдений, анализы могут изменить свой характер. Повторным анализом называется повторная обработка всех этих и других данных наблюдений, выполненных с помощью сегодняшней системы наблюдений, которая поддерживается постоянной во времени, улучшая, таким образом, непрерывность получаемых в результате рядов климатических данных. Проблему работы с изменяющейся системой наблюдений еще предстоит решать. В результате повторного анализа можно получить более последовательное описание меняющейся атмосферы, океана, земной поверхности и других компонентов климата, которое многие потребители могут использовать для получения климатической продукции, включая продукцию, которую нельзя получить посредством прямого наблюдения. Таким образом, повторный анализ содействует достижению целей по наращиванию потенциала в рамках таких программ, как Глобальная система систем наблюдений за Землей, и должен рассматриваться в качестве необходимого компонента системы наблюдения за климатом. ГЭНУД поддерживает развитие повторного анализа (http://wcrp.ipsl.jussieu.fr/SF_WOAPReanalysisClimate.html), и в январе 2008 г. в Токио (Япония) состоится Третья международная конференция по повторному анализу.

Закключение

Создание системы климатической информации (см. рис.2) потенциально объединяет научные исследования

и результаты работы, выполняемой в рамках ВПИК, Международной программы геосфера-биосфера, ДИВЕРСИТАС (международная программа по исследованиям в области биоразнообразия (ИССП/МПГБ/МПАФ/ВПИК)), Международной программы по изучению антропогенных факторов глобальных изменений окружающей среды (ИССП/ДИВЕРСИТАС/МПГБ/ВПИК) и Глобальной системы наблюдений за климатом. Фундаментальные исследования дают возможность для развития прикладных и оперативных исследований, которые, в свою очередь, способствуют развитию климатической продукции и обслуживания.

Для решения многих вопросов необходимы научные исследования, касающиеся сбора данных наблюдений, анализа и усвоения, объяснения причин, установления взаимосвязей между воздействиями на физические и экологические переменные, эксплуатации моделей и решения проблем, связанных с систематическими ошибками моделей, предсказаний и прогнозов, результатов изменения охвата моделей с глобального до регионального уровня и результатов регионализации, разработки информационных систем и методов взаимодействия с потребителями. Решение проблем в рамках указанных научных исследований требует соответствующего финансирования, но потенциально должно дать результат в виде чрезвычайно полезной информационной системы.

Литература

- Global Climate Observing System, 2004: *Implementation Plan for the Global Observing System for Climate in support of the UNFCCC*. GCOS-92. 143 pp.
- GIANNINI, A., R. SARAVANAN and P. CHANG, 2003: Oceanic forcing of Sahel rainfall on interannual to interdecadal time scales. *Science*, 302, 1027–1030.
- HOERLING, M. and A. KUMAR, 2003: The perfect ocean for drought. *Science*, 299, 691–694.
- HURRELL, J.W., M.P. HOERLING, A.S. PHILLIPS and T. XU, 2004: Twentieth Century North Atlantic climate change. Part I: Assessing determinism. *Climate Dyn.*, 23, 371–389.

Intergovernmental Panel on Climate change (IPCC), 2007: *Climate Change 2007—The Physical Science Basis*.

Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. (S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M.C. Marquis, K. B. Avery, M. Tignor and H.L. Miller (Eds)). Cambridge University Press. Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 996 pp.

National Research Council, 2004: *Climate Data Records from Environmental Satellites: Interim Report*, National Academy Press, Washington, DC, USA. 105 pp.

National Research Council, 2007: *Earth Science and Applications from Space: National Imperatives for the Next Decade and Beyond*. The National Academies Press, Washington, DC, USA.

SCHUBERT, S. D., M.J. SUAREZ, P.J. REGION, R.D. KOSTER and J.T. BACMEISTER, 2004: Causes of long-term drought in the United States Great Plains. *J. Climate*, 17, 485–503.

SEAGER, R., Y. KUSHNIR, C. HERWEIJER, N. NAIK and J. VELEZ, 2005: Modeling of tropical forcing of persistent droughts and pluvials over western North America: 1856–2000. *J. Climate*, 18, 4065–4088.

SMITH, D.M., S. CUSACK, A.W. COLMAN, C.K. FOLLAND, G.R. HARRIS and J.M. MURPHY, 2007: Improved surface temperature prediction for the coming decade from a global climate model. *Science*, 317, 796–799.

TRENBERTH, K.E., T.R. KARL and T.W. SPENCE, 2002: The need for a systems approach to climate observations. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 83, 1593–1602.

TRENBERTH, K.E., B. MOORE, T.R. KARL and C. NOBRE, 2006: Monitoring and prediction of the Earth's climate: A future perspective. *J. Climate*, 19, 5001–5008.

TRENBERTH, K.E., P.D. JONES, P. AMBENJE, R. BOJARIU, D. EASTERLING, A. KLEIN TANK, D. PARKER, F. RAHIMZADEH, J.A. RENWICK, M. RUSTICUCCI, B. SODEN and P. ZHAI, 2007: Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In: *Climate Change 2007. The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M.C. Marquis, K.B. Avery, M. Tignor and H.L. Miller (Eds)). Cambridge University Press. Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 235–336, plus annex online.



Наблюдения за Землей из космоса на благо общества

Шахид Хабиб¹, Мэрион Плесси-Фрайссар², Стивен Д. Эмброуз³

Введение

Организованная ВМО Международная конференция по теме: “Безопасная и устойчивая жизнь: социально-экономическая эффективность обслуживания информацией о погоде, климате и воде” состоялась в период с 19 по 22 марта 2007 г. в Мадриде (Испания). Конференция проводилась Министерством окружающей среды и Национальным метеорологическим институтом Испании под любезным патронажем Ее Величества Королевы Испании Софии. В Конференции приняли участие многие заинтересованные стороны, включая представителей национальных метеорологических и гидрологических служб, международных и национальных организаций, неправительственных организаций, частного сектора, а также лица, определяющие политику, и ученые. Цель Конференции состояла в оказании содействия созданию условий для безопасной и устойчивой жизнедеятельности всех народов мира путем оценки, демонстрации и в конечном итоге повышения социально-экономической эффективности обслуживания информацией о погоде, климате и воде. Она стремилась установить надежную обратную связь с пользователями этого обслуживания, и одним из ее результатов явилась подготовка документа, известного как Мадридский план действий. План направлен на достижение повышения значимости для общества метеорологической, климатической и гидрологической информации и обслуживания. Были определены 15 действий, с которыми можно ознако-

миться по адресу: http://www.wmo.int/pages/themes/weather/documents/Madrid_Statement_ActionPlan.doc. Информация по этому вопросу имеется также в Бюллетене ВМО № 56 (1) и (3). Участники Конференции выразили надежду, что успешное осуществление плана окажет большое влияние на формулировку и осуществление мер по эффективному реагированию на критически важные задачи, поставленные быстрой урбанизацией, экономической глобализацией, деградацией окружающей среды, стихийными бедствиями и угрозами, связанными с изменением климата.

Конференция призвала к ведению более тесного диалога, созданию партнерств и междисциплинарному взаимопониманию между поставщиками и пользователями метеорологического, климатического и гидрологического обслуживания, так как это имеет существенное значение для совершенствования принятия решений и получения социально-экономических выгод. Национальное управление США по авионавигации и исследованию космического пространства (НАСА) и Всемирный банк были участниками Конференции и считают необходимым обсудить некоторые аспекты своих стратегий с тем, чтобы облегчить практическое использование наблюдений из космоса за метеорологическими, климатическими и гидрологическими ресурсами на благо общества.

В этой связи в настоящей статье освещаются соответствующие компоненты программы дистанционного зондирования НАСА в области наук о

Земле и соответствующие направления деятельности Всемирного банка. Статья сконцентрирована на предположительных прогностических возможностях в области управления водными ресурсами, сельского хозяйства, природных опасных явлений, уязвимости и процессов в твердой оболочке Земли, используемых для содействия усилиям национального и международного сообществ в решении критически важных социальных проблем.

Задачи НАСА

НАСА использует космос для улучшения знаний о Солнечно-земной системе посредством глобальных наблюдений за Землей. Спутниковые и самолетные наблюдения НАСА обеспечивают получение данных, которые используются в научных исследованиях для понимания поведения нашей планеты как комплексной системы и разработки возможностей для прогнозирования изменений, вызванных естественными и антропогенными факторами. Программа прикладных научных исследований НАСА включает конкретные направления, необходимые для обеспечения устойчивого развития и удовлетворения общественных потребностей, а именно: качество воздуха, предотвращение стихийных бедствий и ликвидация их последствий, здоровье населения, сельское хозяйство, обеспеченность водой, рациональное использование прибрежной зоны и экосистем.

НАСА имеет партнерства с федеральными учреждениями и региональными и/или национальными и международными организациями, на которые возложены оперативные обязанности и которые обладают соответствующими полномочиями для осуществления работы по направлениям, имеющим значение для

1 Годдардский центр космических полетов НАСА, Управление научных исследований, Гринбелт, шт. Мэриленд, США

2 Независимый консультант, вице-председатель комитета по международной деятельности Научного совета США по транспорту; бывший директор по вопросу сети устойчивого развития, Всемирный банк, Вашингтон, США.

3 Штаб-квартира НАСА, Управление научных космических программ, Вашингтон, США.

общества, а также для разработки стратегии и сценариев смягчения последствий и улучшения ситуации. Бедствия влияют на общество во многих отношениях, и, чтобы обеспечить эффективную борьбу с бедствиями, мониторинг риска в реальном времени, готовность к бедствиям и эффективное управление действиями в чрезвычайной обстановке, необходимо способствовать созданию партнерств между различными заинтересованными сторонами. В этой связи в США среди партнеров НАСА такие организации, как Национальное управление по исследованию океанов и атмосферы (НУОА), Агентство по охране окружающей среды, Министерство внутренней безопасности, Федеральное авиационное управление, Министерство сельского хозяйства, Центр по борьбе с заболеваниями и Геологическая служба. Кроме того, НАСА сотрудничает с международными организациями и другими органами, имеющими потенциал для распространения научных выгод на международное сообщество.

Вклад НАСА

Программа прикладных исследований НАСА является многоплановой программой и связана с национальными прикладными исследованиями в других областях, таких как авиация, землепользование, рациональное использование энергии, экологическое прогнозирование, здоровье населения, качество воздуха и управление водными ресурсами. Программа направлена на удовлетворение первоочередных потребностей Администрации США, включая потребности Комитета Белого дома по охране окружающей среды и естественных ресурсов/Подкомитета по уменьшению опасности бедствий, Американской Группы по наблюдениям за Землей и межведомственных программ по научным исследованиям и технологии в области изменения климата. Программа НАСА по борьбе с бедствиями сотрудничает с международными учреждениями, такими как ВМО, Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры и Комитет по спутниковым наблюдениям за Землей, а также с рядом организаций на национальном уровне.

В рамках спутниковых программ НАСА используются приборы соответствующего научным исследованиям качества для изучения химии атмосферы Земли, биосферных процессов, океанографических процессов и продуктивности, изменений твердой оболочки Земли (см. встав-

Спутниковые программы НАСА

Ряд текущих программ

- Тера (изменчивость климата и экосистем)
- Аква (водный цикл Земли)
- Аура (атмосферная химия)
- GRACE (эксперимент по изучению климата и гравитационных возмущений)
- КвикСкат (скатерометр быстрого действия) (получение данных о ветрах у поверхности океана по измерениям скатерометра SeaWinds)
- ICESAT (спутник по изучению льда, облачности и возвышения суши)
- Ясон (топография поверхности океана)
- ACRIMSAT (спутник с монитором излучения активного полостного радиометра) (мониторинг суммарного солнечного излучения)
- SORCE (эксперимент по изучению климата и солнечной радиации)
- TRMM (проект по измерению осадков в тропиках)

ку). Программа по крупномасштабной радарной съемке поверхности Земли была осуществлена на космическом корабле многоцелевого использования в 2000 г. Данные, полученные в рамках этой программы с помощью интерферометрического радара с синтезированной апертурой, позволили получить карты рельефа поверхности планеты с точностью изображения рельефа менее 10 м.

Большая часть этих программ разрабатывается и осуществляется в сотрудничестве с национальными и международными партнерами. В рамках запланированных программ будет предоставлена информация о влажности почвы, атмосферных аэрозолях, осадках, структуре облаков и двуокиси углерода. Данные наблюдений этих программ и научная продукция, подготовленная на основе этих данных, используется для дальнейшей оценки проблем, связанных с наводнениями (рис.1), оползнями, почвенно-растительным покровом и землепользованием, трансграничным переносом загрязнения и качеством воздуха (рис. 2), водными ресурсами и пожарами (рис. 3). Электромагнитные сигналы-предвестники предоставляют информацию, связанную с земле-

Ряд будущих программ (спутники запланированы к запуску в течение следующих семи лет)

- Подготовительный проект (ПП) Национальной системы оперативных спутников с полярной орбитой для исследования окружающей среды (НПОЕСС) (климатические тренды и глобальная биологическая продуктивность)
- Аквариус (температура поверхности моря в глобальном масштабе)
- Глори (аэрозоли и суммарное солнечное излучение)
- Программа по обеспечению непрерывности получения данных со спутника Ландсат (глобальный охват поверхности суши Земли)
- Программа по измерению глобальных осадков
- Обсерватория на орбите для изучения углерода (OCO) (наблюдения за концентрацией двуокиси углерода в атмосфере)

трясениями, физикой ураганов и прогнозированием их траекторий, состоянием сельскохозяйственных культур и прогнозированием засухи, трансмиссивными болезнями, такими как малярия и лихорадка Рифт-Валли.

В планах проектов, связанных с Программой по борьбе с бедствиями, определяются использование конкретных датчиков и конкретные виды деятельности в рамках партнерств. Для распространения данных научных наблюдений НАСА массивы данных по окружающей среде и геофизические параметры доступны по адресу: <http://aiwgsfsc.nasa.gov>. Кроме того, Программа работает с НУОА над созданием современной интерактивной системы обработки метеорологической информации с Центром дистанционного зондирования и применений Службы охраны лесов США и с Национальным межведомственным центром по борьбе с пожарами. Основное направление деятельности заключается в том, чтобы осознать потребности оперативных учреждений и провести прикладные исследования по преобразованию осуществленных НАСА наблюдений за Землей и выпущенной продукции в средства и процессы принятия решений.

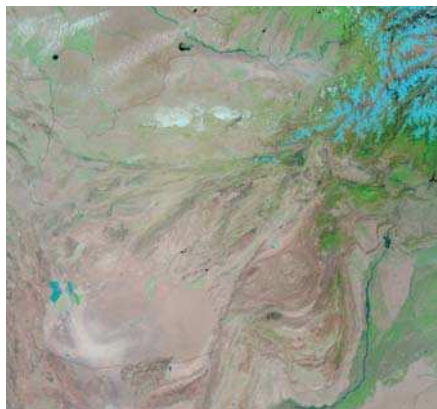
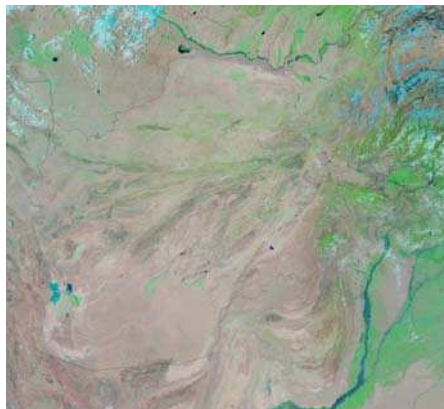


Рисунок 1 – Наводнение в бассейне реки Инд в 2006 г.

Проект по исполнению решений Всемирной встречи на высшем уровне по устойчивому развитию (ВВУР)

Программа Модуля 3 по исполнению решений ВВУР Комитета по спутниковым наблюдениям за Землей явилась движущей силой для работы, которую сегодня НАСА выполняет в связи с проблемой устойчивого развития и борьбой с бедствиями в Африке. Участие НАСА в осуществлении Модуля 3 завершилось, однако деятельность по борьбе с бедствиями в поддержку лиц, принимающих решения в Африке, продолжается.

Сегодня в рамках проекта предпринимаются усилия по определению текущей работы НАСА, направленной на поддержку целей ВВУР, а также по определению средств поддержки принятия решений, необходимых в данный момент для удовлетворения потребностей устойчивого развития в Африке, учитывая их связь с борьбой с бедствиями, конфликтами и другими прикладными областями. В последующем ожидается, что в рамках проекта будут определены виды научной продукции НАСА, имеющие высокий потенциал для удовлетворения потребностей, связанных со средствами поддержки принятия решений, проведена оценка эффективности использования этой продукции, определены слабые стороны этих средств в плане их соответствия требованиям предполагаемых пользователей и в соответствии с договоренностями с партнерами, оказано содействие в применении возможностей НАСА в оперативной деятельности. В таблице 1 обобщаются указанные на посвященном ВВУР Web-сайте (<http://aiw.gsfc.nasa.gov/>) текущие проекты, в которых НАСА намерено продолжать использовать свою продукцию.

Роль Всемирного банка как организации, способствующей осуществлению наблюдений за Землей

Всемирный банк использует информацию с пространственной привязкой и данные спутниковых наблюдений, осуществляемых спутниковыми операторами либо напрямую для своей аналитической работы, либо по линии своих займов и грантов. Несмотря на то, что Всемирный банк не использует наблюдения за Землей стандартизированным образом, они все чаще используются на всех стадиях аналитической и оперативной работы. В последние годы географической информации уделяется больше внимания, так как в рамках повестки дня по вопросам развития направляются усилия на то, чтобы интегрировать потребности подвергающегося быстрой урбани-

зации мира с задачами устойчивого развития, адаптации к изменению климата, снижения уязвимости к воздействию стихийных бедствий. В качестве конкретных примеров использования наблюдений за Землей для целей развития с критически важными социальными результатами можно привести пример их использования с целью адресного направления социальной поддержки для самых бедных домашних хозяйств, мониторинга экосистем и деятельности человека в области планирования рационального использования водных ресурсов.

При решении проблем в области развития данные спутниковых наблюдений используются в сочетании с другими типами информации. Например, использование полученных с помощью спутниковых наблюдений экологических, климатических и метеорологических данных совместно с социально-экономическими данными и данными об уровне бедности, полученными с помощью проведения опросов домашних хозяйств, обеспечивает мощный ресурс для повышения эффективности воздействия на сокращение бедности. Использование дистанционного зондирования в качестве средства для проведения социально-экономических опросов становится все более регулярной практикой. Такой подход позволяет картографировать информацию с географической привязкой и объединять ее с информацией, полученной путем опросов. Такой подход помогает также поднять уровень конфиденциальности результатов опросов.



Рисунок 2 – Африканская пыль над Средиземным морем, 19 августа 2004 г.

Глоссарий

AMSR (AMCP)	Современный радиометр микроволнового сканирования	GSFC (ГЦКП)	Годдардский центр космических полетов (НАСА)
AMSU (AMCY)	Усовершенствованный микроволновый радиометр	MEWS (СРПМ)	Системы раннего предупреждения о вспышках малярии (ЮСАИД)
ASTER (АСТЕР)	Усовершенствованный космический термозмиссионный и отражающий радиометр	MODIS (МОДИС)	Спектрорадиометр для формирования изображений со средним разрешением
AVHRR (УРОВР)	Усовершенствованный радиометр очень высокого разрешения	NASA (НАСА)	Национальное управление по авионавигации и исследованию космического пространства
CADRE (КАДРЕ)	Поиск и оценка данных, определяющих условия формирования урожая (геопрограммная СУБД, в которой хранятся метеорологические данные, получаемые из разных источников, и продукция, сформированная на основе спутниковых данных)	NPOESS (НПОЕСС)	Национальная система оперативных спутников с полярной орбитой для исследования окружающей среды
CARPE (КАРПЕ)	Региональная программа по окружающей среде для Центральной Африки (ЮСАИД)	NPP (НПП)	Подготовительный проект НПОЕСС
CNES (КНЕС)	Национальный центр космических исследований (Франция)	PECAD (ПЕКАД)	Подразделение по оценке сельскохозяйственного производства и урожая (ФАС/ЮСДА)
DCT (СППР)	Средства поддержки принятия решений	SPOT (СПОТ)	Экспериментальный спутник для наблюдений за Землей
ETM (ЕТМ)	Усовершенствованный картопостроитель с классификацией геологических районов	SRTM (СРТМ)	Программа по крупномасштабной радарной съемке поверхности Земли на космическом корабле многоцелевого использования
FAS (ФАС)	Служба сельского хозяйства зарубежных стран (ЮСДА)	TRMM (ТРММ)	Проект по измерению осадков в тропиках
FEWS (СРПГ)	Системы раннего предупреждения о наступлении голода (ЮСАИД)	USAID (ЮСАИД)	Агентство США по международному развитию
GIS (ГИС)	Географическая информационная система	USDA (ЮСДА)	Министерство сельского хозяйства США
		USGS (ГС США)	Геологическая служба США
		VIIRS (ВИИРС)	Сканирующее устройство/радиометр видимого и ИК-диапазонов

Наблюдения за Землей из космоса имеют критическое значение для увязки знаний глобального масштаба с информацией регионального, национального, локального уровня и уровня сообществ. Это особенно важно в отношении климатической и метеорологической информации для небольших и небогатых стран, потому что дает им возможность получить пользу от информации, которую сами они не смогли бы произвести. Например, именно так происходит в небольших африканских государствах, которым приходится сталкиваться с высокой изменчивостью климата и которые отличаются неразвитой инфраструктурой для аккумуляции запасов воды и находящимися в зачаточном состоянии системами управления водными ресурсами. Выяснилось, что в Кении соответствующая информация с прогнозами осадков способствовала тому, что сельские общины увеличили объемы сельскохозяйственного производства. В то время как доступ к глобальным данным и данным наблюдений из космоса существенно улучшился, разработка возможностей для интегрирования местных данных в глобальные системы рассматривается как одна из насущных задач.

Наблюдения из космоса наиболее широко используются там, где необ-

ходим мониторинг осуществляемой деятельности и землепользования. Это как раз относится к финансируемому Всемирным банком проекту строительства плотины Нам Тхейн 2 в Лаосской Народной Демократической Республике. Правительство выделило большую водосборную площадь вокруг будущего водохранилища в качестве природоохранной зоны, в пределах которой не разрешается вырубка леса. Контроль за соблюдением распоряжения осуществляется посредством сочетания спутниковых данных, полученных в результате облетов на вертолете, и наземных данных, собранных с использованием глобальной спутниковой системы определения местоположения. Вся информация интегрируется в комплексной географической информационной системе. Комплексный мониторинг в реальном времени и открытость источников данных позволили правительству обеспечить неукоснительное соблюдение запрета на вырубку леса.

В течение последних 20 лет только Всемирный банк выделил более 26 млрд долларов США на 550 проектов по восстановлению и смягчению последствий в странах-клиентах. Все больше проекты Всемирного банка и других, работающих на многосто-

ронней и двусторонней основах организаций по восстановлению после бедствий либо включают элементы по уменьшению опасности бедствий, либо вслед за ними выполняются проекты по уменьшению опасности бедствий в странах с высокой степенью риска. Однако эта проблема по-прежнему трудна: связанные с бедствиями риски в развивающихся странах продолжают быстро расти в связи с незапланированной урбанизацией, ухудшением качества окружающей среды, интенсификацией деятельности на уязвимых территориях и соответствующим ростом незащищенности населения. Международная стратегия по уменьшению опасности бедствий (МСУОБ) является механизмом, в рамках которого учреждения ООН и международные партнеры делятся опытом и обеспечивают координацию и последовательность политики и практики по уменьшению опасности бедствий. В 2006 г. Всемирный банк в рамках ООН/МСУОБ учредил Глобальный фонд по уменьшению опасности бедствий, чтобы объединить усилия партнеров из государственного и частного секторов для включения деятельности по управлению рисками и обеспечению готовности к бедствиям в национальные стратегии по сокращению бедности. Ожидается, что в 2008 г. около половины всех уязвимых

Таблица 1 – Использование результатов проектов НАСА

Область применения	Название проекта	Ресурсы, использованные при осуществлении проекта
Эффективность сельского хозяйства	КАДРЕ/ПЕКАД – Интегрирование наблюдений МОДИС и ВИИРС, выполненных в рамках НПП, в систему поддержки принятия решений ФАС ЮСДА	Получение данных о вегетационном индексе с помощью новой высококачественной версии МОДИС, интеграция данных многоцелевых датчиков с данными УРОВР и СПОТ и новыми видами продукции, включая индекс недостатка влаги в растительном покрове. Данные оцениваются на предмет использования в средствах и системе поддержки принятия решений, применяемой в Службе сельского хозяйства зарубежных стран ЮСДА для подготовки оценок производства и выпуска основных глобальных сельскохозяйственных товаров.
	Использование данных, полученных с нескольких спутников, для анализа и информационной системы по сельскому хозяйству КАДРЕ/ПЕКАД	Интеграция данных по осадкам, полученных в рамках ТРММ с данными МОДИС с разрешением 250 м и временным интервалом 10 дней для аналитического Web-инструмента ФАС Crop Explorer (анализатор условий произрастания сельскохозяйственных культур по всему миру).
	Система мониторинга озер и водохранилищ в режиме, близком к реальному времени, для ПЕКАД ФАС	Данные спутниковых программ НАСА/КНЕС ТОПЭКС/ПОСЕЙДОН (Т/Р) и Ясон 1 для использования в средствах поддержки принятия решений КАДРЕ/ПЕКАД.
Управление углеродным циклом	Изменения в лесной биомассе и землепользовании в центральной части Африки: уменьшение неопределенности в региональном углеродном цикле	Данные МОДИС, АСТЕР и ЕТМ Ландсат будут включены в карту изменений в землепользовании для центральной части бассейна Конго.
	Интегрирование результатов инициативы НАСА в области наук о Земле в систему поддержки решений по охраняемой территории в Африканской Альбертине – в деятельность службы наблюдения за охраняемой территорией в Альбертине	Данные Ландсат 5 и 7 используются с целью обеспечения детального анализа состояния тропических экосистем, масштаба и темпов происходящих изменений для эффективных систем поддержки принятия решений и природоохранной политики в бассейне тропического леса.
Борьба с бедствиями	Система раннего предупреждения о состоянии здоровья скота (СРПС)	Использование данных АСТЕР, СРТМ и ТРММ для описания и мониторинга наличия воды и опасности наводнений вдоль маршрутов перемещения скота к пастбищам с целью обеспечения сохранности пастбищ и продовольственной безопасности.
	Моделирование наводнений/оползней	Использование данных ТРММ, СРТМ, АМСР-Е и МОДИС в качестве входных данных для глобальной модели оползней и системы прогнозирования оползней.
	Современная система информации о пожарах	Данные о пожарах со спутников второго поколения Метеосат и данные МОДИС для защиты линий электропередач с помощью системы, автоматически подающей сигналы тревоги в случае обнаружения активных пожаров на заранее определенных территориях в Южной Африке.
Экологическое прогнозирование	Информация о пожарах для информационной системы по управлению ресурсами	По линии Организации Объединенных Наций в глобальном масштабе будет осуществлено следующее: интеграция данных МОДИС о пожарах в рамках Web-ГИС с интерактивными картами, оповещениями по электронной почте и текстовыми сообщениями по мобильной связи; использование данных МОДИС для предупреждения о пожарах на охраняемых территориях и вокруг них.
	Мониторинг лесов в бассейне реки Конго с использованием спутников в рамках КАРПЕ 2	Использование АМСУ-А, Ландсат 5 и 7 и МОДИС Терра для совершенствования процесса поддержки принятия решений и образовательной и управленческой продукции Центрально-Африканской комиссии по охране лесов.
Рациональное использование энергии	Оценка энергетических ресурсов солнечной и ветровой энергии – содействие Программе ООН по окружающей среде в оценке ресурсов возобновляемых источников энергии	Работы в рамках СРТМ, ТРММ и ГС США по мониторингу засух и наводнений с целью подготовки оценок расхода потока для небольших гидроэлектрических сооружений в Кении, Эфиопии и Гане.
Здоровье населения	Раннее предупреждение о наступлении голода и вспышках малярии с помощью СРПМ/ СЕТИ СРПГ ЮСАИД	Включение данных об осадках, получаемых с помощью АУРА, МОДИС и ТРММ 3В42 в системы раннего предупреждения, которые обнаруживают продовольственную нестабильность и уязвимость и вспышки малярии в полусухих районах. СЕТЬ СРПГ является проектом ЮСАИД, в котором данные дистанционного зондирования объединяются с экономической информацией для предоставления информации о кризисах продовольственной безопасности.
Управление водными ресурсами	Водные и экосистемные ресурсы для регионального развития	Данные об осадках, полученные с помощью ТРММ и микроволнового радиолокатора с целью мониторинга колебаний гидрологических и экосистемных параметров, а также вероятных трендов основных характеристик в бассейне реки Окаванго в южной части Африки для поддержки принятия решений при планировании землепользования (Ангола, Ботсвана, Намибия).
Качество воздуха	Роботизированная аэрозольная сеть (АЭРОНЕТ)	АЭРОНЕТ обеспечивает долгосрочную, непрерывную, легкодоступную базу данных общего пользования по оптическим, микрофизическим и радиоактивным свойствам аэрозолей для их исследования и характеристики, проверки спутниковых данных и совместного использования с другими базами данных.

<i>Научный руководитель</i>	<i>Конечный пользователь</i>	<i>Местоположение конечного пользователя</i>	<i>Источник финансирования</i>
Крис Джастис Университет шт. Мэриленд	Служба сельского хозяйства зарубежных стран (ФАС) ЮСДА и пользователи аналитического Web-инструмента ФАС Crop Explorer (анализатор условий произрастаний сельскохозяйственных культур)	Южная часть Африки, восточная часть Африки, по всему миру	Решения 2004 г., уведомления о кооперативном соглашении
Стив Кемплар ГЦКП НАСА	ФАС ЮСДА и пользователи аналитического Web-инструмента ФАС Crop Explorer	Южная часть Африки, восточная часть Африки, по всему миру	Прямое финансирование в рамках Программы прикладных научных исследований НАСА
Шарон Бирнет Университет шт. Мэриленд	ФАС ЮСДА	Южная часть Африки, восточная часть Африки, по всему миру	NNS06AA15G SAI: 050125-7198 01-5-26221
Надин Лапорт Научно-исследовательский институт Вудс Хоул	Конголезский институт по проблемам охраны природы, службы по охране леса Конго, Камеруна, Габона, Центральноафриканской Республики	Конго, Демократическая Республика Конго, Камерун, Габон, Центральноафриканская Республика	NNG05GD14G
Надин Лапорт Научно-исследовательский институт Вудс Хоул	Департаменты по охране парков и туризму Конго, Демократической Республики Конго, Уганды, Объединенной Республики Танзания	Конго, Демократическая Республика Конго, Уганда, Объединенная Республика Танзания	05-2-0000-0147
Габриэль Сенай Геологическая служба США, Су-Фолс	Национальные системы сельскохозяйственных исследований Кении	Эфиопия и Кения	NNA06CH75I 2006 ROSES
Роберт Адлер ГЦКП НАСА	По всему миру	Доступно на Web-сайте	Прямое финансирование в рамках Программы прикладных научных исследований НАСА
Диана Дэвис Университет шт. Мэриленд	Министерство водных ресурсов и лесного хозяйства	Претория, Южная Африка	Прямое финансирование в рамках Программы прикладных научных исследований НАСА
Диана Дэвис Университет шт. Мэриленд	Национальные парки Танзании, Сеть по борьбе с пожарами в южной части Африки, Метеорологическая служба Ботсваны, Управление по охране дикой флоры и фауны Уганды и т.д.	Ботсвана, Мадагаскар, Мозамбик, Намибия, Сенегал, Южная Африка, Объединенная Республика Танзания	NNS06AA04A решения 2004 г., уведомления о кооперативном соглашении
Крис Джастис Университет шт. Мэриленд	Комиссия по охране лесов центральной части Африки	Центральная часть Африки	NNG06GC41G Прямое финансирование в рамках Программы прикладных научных исследований НАСА
Юджин А. Фоснайт Геологическая служба США, Су-Фолс	Энергетический сектор: потребители, разработчики, инвесторы и лица, определяющие политику	Программа ООН по окружающей среде, доступно на Web-сайте	NNA06CH74I 2006 ROSES
Молли Браун ГЦКП НАСА/Джеймс Вердин Геологическая служба США, Су-Фолс	Метеорологические службы африканских стран, ЮСАИД и Мировая продовольственная программа ООН	Страны Африки, участвующие в СЕТИ СРПГ (25)	Решения 2004 г., уведомления о кооперативном соглашении
Доминик Книвтон Университет Сассекса	Постоянно действующая Комиссия по использованию водных ресурсов бассейна реки Окаванго	Ангола, Ботсвана, Намибия	Поддержка со стороны НАСА отсутствует
Брент Холбен ГЦКП НАСА	Служба по охране дикой флоры и фауны Кении	Кения	Прямое финансирование за счет бюджета на анализ и исследования, уведомления о кооперативном соглашении/приглашении к подаче предложений

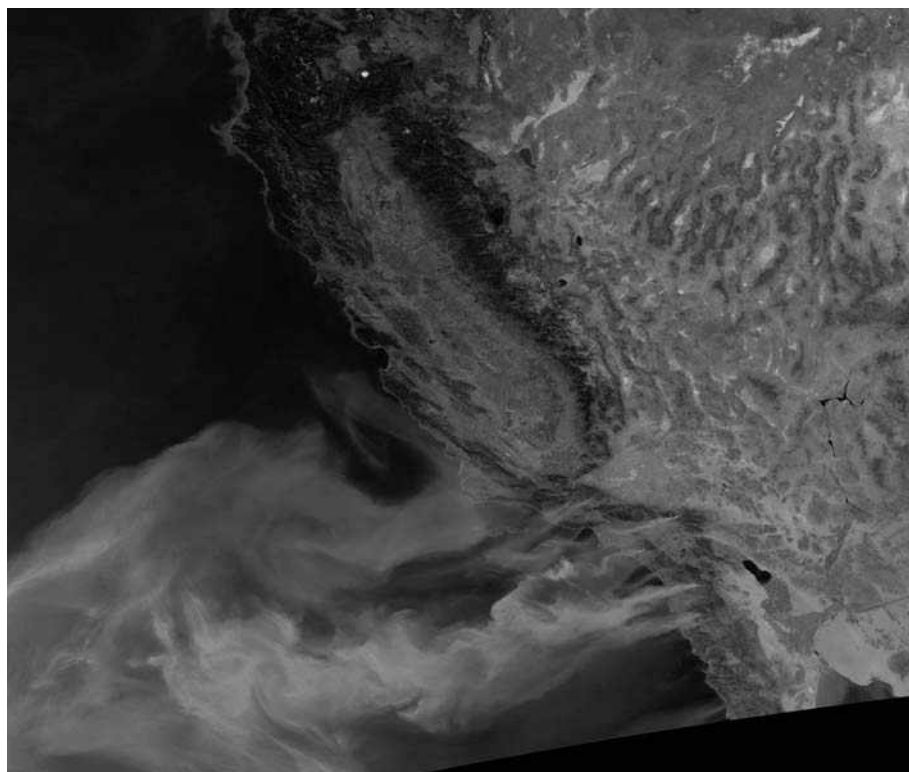


Рисунок 3 – Пожары в Южной Калифорнии, 20 октября 2007 г.

стран в мире будут осуществлять мероприятия по уменьшению опасности бедствий в качестве деятельности, имеющей первоочередное значение для национального развития.

В то время как высокие темпы урбанизации подвергают все большее число людей рискам, связанным со стихийными бедствиями, большая часть населения в сельской местности по-прежнему остается слабо защищенной, благодаря отсутствию институционального потенциала, проблемам со связью, транспортом и медицинским обслуживанием. Глобальное потепление в сочетании с практикой экологически неустойчивого развития повышают уязвимость населения и инфраструктуры к воздействию более интенсивных и часто повторяющихся экстремальных явлений.

Бедность и уязвимость к воздействию стихийных бедствий неразрывно связаны между собой. Необходимо разрабатывать более убедительное экономическое обоснование для инвестирования средств в планы по сокращению опасности бедствий, особенно в программы по борьбе с бедностью. Включение анализа рисков в диагностические практики стран и разработка оценок риска на уровне страны с высоким разрешением и охватом бедствий разного рода становятся приоритетными задачами. Оценка риска на уровне страны, включая оценку развития опасности, карты уязвимости и другие экономические диагностические оценки,

определяет основополагающие причины уязвимости. Уменьшение уязвимости достигается посредством совместного использования анализа риска и соответствующих политик социального и экономического развития. Когда становятся ясными механизмы финансовой ответственности и население начинает стимулировать потребность в осуществлении основанной на фактах политики, на уровне страны предпринимаются конкретные исследования по моделированию рисков стихийных бедствий в макроэкономических оценках и результатах борьбы с бедностью для обоснования политических решений и выделения ресурсов.

Один из примеров такой работы связан с оценкой сельскохозяйственной деятельности в Эфиопии. Данные об осадках предоставляются Центром прогнозирования климата НУОА и Сетью систем раннего предупреждения о наступлении голода, которая финансируется Агентством США по международному развитию. В рамках выполняемой программы осуществляется мониторинг метеорологических явлений и оказывается помощь в определении формы поля осадков, в то время как с помощью осадкомеров определяется интенсивность осадков, а спутниковые наблюдения используются для заполнения пробелов в данных.

Резюме

Наблюдения за Землей из космоса вносят существенный вклад в наши

возможности по анализу ситуаций, складывающихся в различных районах. Многие прикладные программы осуществляют выборку географически привязанной информации из глобальных данных наблюдений за Землей, чтобы сконцентрировать внимание на проблемах региональной важности. По сути, глобальные наблюдения обеспечивают в режиме, близком к реальному времени, точные пограничные условия для региональных и/или мезомасштабных моделей, которые используются для анализа и прогноза условий на местах. Низкое качество воздуха может быть не обязательно обусловлено местными условиями, следовательно, очень важно уметь использовать наблюдения за Землей, чтобы понять трансграничный перенос загрязнения и его источники. Глобальные данные об интенсивности осадков помогают определить по всему миру места, наиболее уязвимые к воздействию оползней, и разработать карты потенциальных наводнений. Все эти измерения и научные данные имеют огромный потенциал для того, чтобы служить на благо человечества.

Также следует отметить, что наблюдения за Землей и картографирование являются важными инструментами обеспечения открытости, надлежащего руководства и эффективности, потому что большей частью они доступны в реальном времени. Более того, картографирование позволяет даже не обладающим техническими знаниями людям понимать, как разрабатываются проекты и принимаются решения, и оказывать влияние на мониторинг и оценку. Надлежащее распространение информации способствует тому, что становится ясными механизмы финансовой ответственности и население может стимулировать потребность в осуществлении основанной на фактах политики и получить полномочия для активного участия в процессе.

Финансирующие организации, такие как Всемирный банк, Агентство США по международному развитию и другие начинают помогать сообществам пользователей во всем мире в осуществлении данной технологии. Космическая революция начала оказывать на общество существенное позитивное влияние, но многое еще предстоит сделать. Наша цель состоит в том, чтобы сохранить планету для будущих поколений и смягчить связанные с климатом риски для населения во всем мире. Это один из компонентов усилий, предпринимаемых для построения безопасного и устойчивого общества.

Наблюдение за климатом – задачи на XXI век

Уильям Райт*

Введение

Одна из серьезных задач, стоящих перед человечеством в XXI веке, заключается в том, как справиться с изменениями глобального климата сегодня и в будущем. Сезонные колебания климата с сопровождающими их засухами, наводнениями и штормами служат причиной крупных стихийных бедствий, которые при самом плохом развитии ситуации приводят к человеческим жертвам, голоду, потере источников существования, эпидемиям и вынужденной перемене места жительства, а также к крупному ущербу личной и государственной собственности. В дополнение ко всему, единодушие заслуживающих доверия научных взглядов, представленных в Четвертом докладе об оценках Межправительственной группы экспертов по изменению климата, констатирует, что климат изменяется и будет в значительной степени изменяться и далее. В целом эти изменения, вероятно, окажут самое сильное влияние на развивающиеся и наименее развитые страны, т.е. именно на те страны, у которых возможности для адаптации минимальны.

Хорошая новость состоит в том, что научный прогресс обеспечил человечеству средства, с помощью которых можно уменьшить неблагоприятные воздействия посредством развития

определенных возможностей для заблаговременного прогнозирования будущих событий, с тем, чтобы, по крайней мере, потенциально можно было предпринять какие-то превентивные действия. Так, повышенная вероятность наступления засухи теоретически может послужить тому, чтобы был принят ряд своевременных мер по смягчению последствий, таких, как более рациональное использование водных ресурсов (например, увеличение запасов воды за счет водохранилищ), реагирование в области сельского хозяйства (например, посадка более засухоустойчивых культур), признание на уровне правительства необходимости финансовой и другой поддержки для пострадавшего населения. Что касается изменения климата, то с помощью разработки все более мощных моделей и методов уменьшения их охвата с глобального до регионального уровня можно не только прогнозировать будущие климатические ситуации, исходя из известных уровней внешнего воздействия на атмосферу, но и в скором времени оценивать вероятное влияние климата на осадки и растительный покров на местах, при условии, что имеется достаточный объем данных для соответствующей подготовки моделей и проверки правильности их выходной продукции. Короче говоря, для развития способности человечества управлять климатом в будущем в значительной степени

послужат уроки, которые можно извлечь, анализируя данные о климате прошлого.

Основной смысл здесь заложен в словах «данные о климате прошлого». Для разработки эффективных стратегий адаптации на будущее совершенно необходимо иметь надежные данные о текущем и прошлом климате. Обычно это более сложная задача, чем просто собирать и обрабатывать данные наблюдений, выполненных в поддержку оперативного прогнозирования погоды, потому что в отношении климата имеются особые требования, которых нет в отношении прогнозирования погоды. В частности, ученые-климатологи и поставщики климатического обслуживания нуждаются в длинных рядах наблюдений, в которых нет значительных пробелов, грубых ошибок и неоднородности. Сети, спроектированные в основном для прогнозирования погоды, не обязательно удовлетворяют указанным условиям. Одна из обязанностей сегодняшних ученых-климатологов заключается в том, чтобы посредством информационно-пропагандистской деятельности и консультаций обеспечить, чтобы те, кто проектирует сети наблюдений, признали особые потребности климатических программ. Другие задачи, связанные с эффективным использованием данных, состоят в развитии возможностей для анализа и интерпретации климатических данных и в объединении исторических данных с прогнозами будущего климата.

* Национальный климатический центр, Бюро метеорологии, Мельбурн, Австралия; руководитель Группы экспертов по потребностям в наблюдениях и стандартам по климату Комиссии по климатологии ВМО.

Перечень пожеланий в отношении климатических данных

В то время как вывод о том, каким должен быть достаточно длинный ряд наблюдений сделать непросто, можно предположить, что необходимо иметь, по крайней мере, 30 лет наблюдений на достаточном количестве станций, которые представляли бы все основные климатические зоны и уязвимые районы на территории страны. Так как необходимо, чтобы были представлены экстремальные климатические явления, потребуются данные, сбор которых осуществлялся, по крайней мере, не реже одного раза в сутки. Более того, данные должны быть однородными и сопровождаться хорошей вспомогательной информацией (метаданными). Если разрыв непрерывности во временных рядах наблюдений за осадками составляет 15 процентов, то будет трудно определить и объяснить связанные с изменением климата тренды, касающиеся количества осадков. При отсутствии метаданных, фиксирующих время и причины разрыва непрерывности наблюдений, эта задача будет почти невыполнимой.

Также необходимо, чтобы во временных рядах наблюдений не было значительных пропусков, так как, в частности, пропуски могут отрицательно повлиять на статистические зависимости. Наконец, чем шире набор наблюдаемых параметров, тем больше возможностей для мониторинга климата. Для многих целей полезно знать не только средние и экстремальные величины осадков и температуры для какого-либо района, но также и повторяемость гроз, ливней с градом, а также заморозков.

Так как изменчивость и изменение климата являются глобальными явлениями, то, по возможности, ряд наблюдений должен иметь глобальный охват. В то время как хорошие ряды данных в некоторых странах представляют пользу для этих стран, возможность понимать и прогнозировать глобальный климат в целом снижается, если в соседних странах количество наблюдений недостаточно или они совсем от-

сутствуют. Весьма вероятно, что возможности прогноза глобального климата в условиях будущего глобального потепления будут снижены при отсутствии приповерхностных и аэрологических наблюдений над акваторией Тихого океана, которая во многом является «маховиком» современной климатической системы и местом зарождения явления Эль-Ниньо/Южное колебание.

К сожалению, в то самое время, когда имеется острая необходимость в высококачественных сетях наблюдений для мониторинга и предсказания климата, и этот факт получает все большее признание, экономические факторы работают в противоположном направлении.

Влияние автоматических метеорологических станций

Реальным фактом почти во всех странах является то, что финансирование национальных метеорологических и гидрологических служб становится все более ограниченным. В этих условиях все больше наблюдается тенденция к тому, чтобы заменить относительно ресурсоемкие сети наблюдений, выполняемых вручную, автоматическими приборами и дистанционным зондированием. В то время как сети автоматических наблюдений являются экономически эффективными и несут большие выгоды для сообщества, занимающегося прогнозированием погоды, при их использовании возникает ряд проблем для ученых-климатологов, связанных с однородностью рядов климатических наблюдений в целом.

Тенденция к автоматизации части (в некоторых странах – всей) сети наблюдений в течение последних 10–15 лет очевидна. По оценкам, в конце 2006 г. 23 процента всех станций Региональной опорной синоптической сети было представлено автоматическими метеорологическими станциями (АМС), при этом их число быстро увеличивается. Несомненно, у АМС есть ряд особенностей, которые привлекательны для климатологии: помимо их экономической эффективности, они обеспечивают более высокую частоту наблюдений (вплоть

до ежеминутных наблюдений); у них лучшие возможности для обнаружения экстремальных явлений (в связи с более высокой частотой наблюдений); их можно разместить в удаленных или климатически неблагоприятных местах; как правило, они обеспечивают более быстрый доступ к данным; они обеспечивают последовательность и объективность в измерениях. Они также могут выполнять полезные функции по обеспечению некоторых типов контроля качества: например, когда наблюдатель, осуществляющий наблюдения вручную, уходит в отпуск, появляется возможность использовать соответствующим образом обработанные данные суточных наблюдений одной из ближайших АМС.

С другой стороны, опыт в нескольких странах показывает, что АМС могут оказывать неблагоприятное влияние на ряды климатических наблюдений. Неблагоприятные последствия следующие:

- Потеря данных, сбой в передаче данных, неудовлетворительное дублирование данных – все это приводит к разрывам в непрерывности наблюдений.
- Неоднородность во временных рядах, появляющаяся частично в связи с неадекватным управлением изменениями (например, недостаточный период дублирования традиционных наблюдений наблюдениями АМС), а частично в связи с плохим техническим обслуживанием. Результаты недавно проведенного исследования в Румынии показали, что АМС имеют тенденцию к завышению минимальных температур и занижению максимальных температур; в Австралии смена датчиков ветра привела к разрывам в получении данных о максимальных скоростях ветра, что вызвало раздражение в Национальном управлении по стандартам.
- Иногда после технического обслуживания АМС показывают случайные резкие максимумы или минимумы в данных наблюдений.
- В некоторых случаях возникают сомнения в точности, особенно в отношении данных по дождевым осадкам. Это также может привести к проблемам с однородностью данных и, кроме того,

оказать негативное влияние на решения, от которых зависит распределение достаточно крупных денежных сумм.

- Так как в АМС применяется сложное электронное оборудование, для технического обслуживания требуются более квалифицированные специалисты, чем те, которые имеются в некоторых странах.
- Если АМС специально не оборудованы особыми датчиками, то после их размещения, как правило, теряется возможность для визуальных наблюдений (таких, как визуальные наблюдения за явлениями), что создает трудности для создания рядов некоторых климатических наблюдений или для мониторинга трендов, например, в отношении количества дней с градом или облачностью.

Многие из указанных последствий можно в значительной степени смягчить, если ввод АМС в эксплуатацию сопровождается соответствующими процессами выявления и управления изменениями, а также предполагает регулярное техническое обслуживание. Более того, можно ожидать дальнейшего решения указанных проблем по мере того, как будет совершенствоваться технология: например, датчики визуального наблюдения могут регистрировать некоторые виды явлений; улучшенные устройства регистрации данных могут свести к минимуму потери данных. Хитрость в том, что надлежащее управление и технические усовершенствования, как правило, сопряжены с повышением расходов. Задача климатических программ по всему миру будет заключаться, во-первых, в обеспечении признания ценности климатических данных, а, во-вторых, в обеспечении проектирования сетей наблюдений таким образом, чтобы при сравнении традиционных сетей наблюдений с АМС их сильные и слабые стороны дополняли друг друга. В этой связи ведущую роль предстоит сыграть Комиссии по климатологии (ККл) ВМО. В настоящее время Группа экспертов ККл по потребностям в наблюдениях и стандартах по климату занимается определением перечня требований к данным АМС для климатических целей. Этот перечень включает в себя не толь-



Представители стран центральной части Африки участвуют в практическом семинаре ВМО по управлению климатическими данными, обеспечению однородности и индексам изменения климата – комплексном четырехнедельном направленном на наращивание потенциала мероприятии по использованию современных информационных технологий и программного обеспечения КлимСофт для более эффективного управления климатическими данными и по использованию программного обеспечения КлимДекс для расчета индексов экстремальных климатических явлений (Браззавиль, Конго, март–апрель 2007 г.).

ко требования в отношении норм точности для датчиков, но также потребности в дублировании данных и вопросы, связанные с дополнительными датчиками, распределением станций по территории, техническим обслуживанием и т.д.

Методы дистанционного зондирования привлекательны тем, что предоставляют возможности для обеспечения значительно большей плотности наблюдений, чем традиционные сети. Особую ценность они имеют при осуществлении наблюдений над океанами или в малонаселенных районах. Их недостаток связан с трудностями для мониторинга и интерпретации некоторых параметров. Кроме того, необходимо иметь, по крайней мере, определенное число наземных станций для наземной корректировки информации, полученной со спутников, от радиолокаторов и т.д.

Задача на будущее будет состоять в том, чтобы объединить данные дистанционного зондирования с наблюдениями наземных традиционных сетей и сетей АМС таким образом, чтобы не нанести ущерба рядам климатических наблюдений. Это потребует не только тщательно разработанной стратегии управления изменениями по мере развития систем наблюдений, но

и, почти наверняка, определения оптимального сочетания этих систем. Для осуществления последнего потребуются значительный объем научных исследований.

Управление данными наблюдений и их организация

Наличие сетей наблюдений, которые могут осуществлять и регистрировать регулярные климатические наблюдения обязательно, но недостаточно для обеспечения такого положения дел, при котором ряды климатических данных можно использовать для мониторинга климата и предоставления обслуживания. Данные также должны быть надлежащим образом проконтролированы и заархивированы и к ним должен быть обеспечен простой доступ. Если климатические данные имеются большей частью только в бумажной форме, то возникает трудность в их использовании для разработки климатических сценариев и статистических схем прогнозирования или в их применении в моделях климата. К сожалению, проблема эффективного управления данными наблюдений остается одной из основных проблем во многих странах, особенно в развивающихся странах. Ниже в общих

Мы, делегаты 170 государств и территорий – членов Всемирной метеорологической организации (ВМО), собравшиеся в период с 4 по 26 мая 1999 г. в Женеве по случаю Тринадцатого Всемирного метеорологического конгресса, провозглашаем следующее: мы осознаем, что метеорологические и климатические системы не признают политических границ и постоянно взаимодействуют друг с другом. Следовательно, ни одна страна не может полностью полагаться только на себя в удовлетворении своих потребностей в метеорологическом обслуживании, и странам необходимо работать совместно в духе взаимопомощи и сотрудничества.

(Выдержка из Женевской декларации, принятой на Тринадцатом Всемирном метеорологическом конгрессе)

чертах сформулированы требования к управлению данными, чтобы обеспечить доступность информации, полученной посредством наблюдений, для оптимального использования. К этим требованиям необходимо добавить обязательное условие, которое заключается в том, чтобы страны по-прежнему имели желание предоставлять свои данные для совместного использования, так, чтобы остальной мир имел к ним доступ.

Спасение и оцифровка данных

Во многих странах имеются большие объемы данных, доступ к которым заблокирован, потому что они хранятся на бумаге, в форме журналов регистрации наблюдений или диаграмм самописцев. Хуже всего, что при хранении в такой форме они подвергаются повышенному риску безвозвратной утраты или повреждения от огня, наводнения, порчи, воровства, насекомых или паразитов. По этой причине в последние годы ВМО заинтересована в проведении работы по спасению и оцифровке данных, особенно в развивающихся странах. Эта работа в некоторых странах получила поддержку в форме государственного финансирования. В основном она предполагает предохранение уязвимых данных от немедленной утраты или порчи, их оцифровку/визуализацию и/или их перемещение в более безопасные места (в том числе и за границу), также – и это очень важно – обучение персонала НГМС методам

эффективного управления и архивирования данных. Разные страны поддерживают попытки морского научного сообщества по спасению судовых вахтенных журналов как вспомогательных инструментов для интерпретации климатических условий над океанами: примером таких инициатив является проект RECLAIM (REcovery of Logbooks And International Marine Data (Восстановление вахтенных журналов и международных морских данных)).

Технология управления базами данных и архивации

В наше время эффективный доступ к данным означает, что данные хранятся в электронных форматах и преимущественно в такой форме, в которой они могут быть легко усвоены электронными таблицами, аналитическим программным обеспечением и моделями климата. ККл поддерживает эту деятельность посредством рекомендации и поддержки различных инициатив по управлению данными (например, WCDMP, 2005). Последним примером в этой области является рекомендация и осуществление в развивающихся и наименее развитых странах открытого программного обеспечения по управлению данными, разработанного с учетом конкретных нужд и ограничений этих стран. Пакет программного обеспечения КлимСофт, разработанный под эгидой ВМО, на сегодняшний день установлен в странах Карибского

бассейна, Африки и Тихого океана. Установка сопровождалась проведением соответствующих курсов обучения, предоставлением специально разработанных форматов отчетности и обсуждением в режиме on-line. Австралийское бюро метеорологии поддержало Тихоокеанскую «ветвь» этой инициативы: опыт показал, что обучение пользованию таким программным обеспечением значительно более эффективно, если осуществляется в стране, где установлено это обеспечение, а не в рамках семинара, на котором может присутствовать только один представитель от каждой страны.

Там, где нет возможностей для оцифровки данных, все же необходимо обеспечить безопасное хранение данных на бумажных носителях в соответствии с приемлемыми стандартами хранения (например, в антикоррозионных ящиках, в помещениях с оборудованием для кондиционирования воздуха и с соответствующей инвентаризацией).

Контроль/обеспечение качества (КК/ОК)

Для того, чтобы данные были действительно надежны, необходимо иметь средства для диагностики, исправления, удаления или, по крайней мере, пометки ошибок. Другими словами, данные должны подвергнуться какому-либо виду контроля качества (КК). Когда-то КК большей частью выполнялся вручную, при

этом сотрудники НГМС физически проверяли отдельные данные, занесенные в журналы регистрации, сопоставляя результаты нескольких проверок и используя свой, часто субъективный, опыт, знание местной топографии и знания, полученные в результате производства наблюдений. С появлением высокоскоростных компьютеров и больших объемов данных КК во многих местах стал более автоматизированным, при этом большая часть проверок осуществлялась с использованием заданных параметров контроля (например, контроль на климатические экстремальные значения; контроль

на внутреннюю непротиворечивость, например, превышает ли значение точки росы значение температуры; контроль на маловероятные колебания температуры, контроль по соседним станциям). При использовании автоматизированных методов КК роль оператора, если такой имеется, сводится к тому, чтобы отслеживать случаи, помеченные автоматизированными процедурами проверки, и принимать соответствующие решения. Хорошей практикой КК является практика присвоения флажков качества, указывающих на степень надежности данных и позволяющих вести журнал про-

верок с тем, чтобы, при необходимости, можно было восстановить первоначальные данные. Ясно, что уровень и тип КК зависят от различных факторов, таких, как число станций; тип переменных величин (обычно более важным климатическим переменным, таким, как осадки, температура и влажность, следует уделять больше внимания, чем менее важным параметрам); частота наблюдений и, естественно, персонал и вычислительные мощности НГМС. Некоторые центры (например, Национальный центр климатических данных (НЦКД) США) осуществляют дополнительный

Международные усилия по спасению и оцифровке климатических данных в странах Средиземноморского бассейна

Долгосрочные, высококачественные и надежные временные ряды инструментальных наблюдений за климатом являются ключевой информацией для проведения надежных и последовательных оценок с тем, чтобы лучше понимать, обнаруживать и прогнозировать изменчивость и изменение климата и адекватно на них реагировать. Области, в которых от использования этих рядов можно получить пользу, включают следующее: исследование регионального климата, калибровка спутниковых данных, получение качественных климатических данных в результате повторного анализа. Кроме того, они являются мощным и необходимым инструментом для преобразования косвенных фактов в прямые инструментальные данные. У Средиземноморского региона долгая и богатая история мониторинга атмосферы, берущая свое начало в XIX веке. Однако, несмотря на предпринятые рядом национальных метеорологических и гидрологических служб (НГМС) усилия по спасению данных (СД), направленные на перенос

исторических долгосрочных климатических данных с уязвимых носителей (бумага) на новые электронные носители, имеющиеся в наличии цифровые климатические данные большей частью ограничены второй половиной XX века, что препятствует подготовке в регионе более точных оценок изменчивости и изменения климата. Для рассмотрения указанных проблем Всемирная метеорологическая организация (ВМО) в сотрудничестве с Национальным институтом метеорологии (НИМ) Испании (г. Таррагона) организовали международный практический семинар по спасению и оцифровке климатических данных в странах Средиземноморского бассейна (Таррагона, Испания, 28–30 ноября 2007 г.). В общей сложности 22 НГМС из стран данного региона и несколько региональных и международных учреждений приняли участие в семинаре и определили пути продвижения вперед. Разработанный по результатам семинара план работ включает в частности мероприятия по проведению в странах

инвентаризации имеющихся в настоящее время долгопериодных климатических данных в цифровой форме (температура, осадки, давление воздуха) и самых длинных и важных рядов климатических данных, которые необходимо восстановить, а также мероприятия по организации общего Web-сайта для инвентаризации на национальном уровне имеющихся климатических данных и данных, потенциально пригодных для оцифровки и для осуществления действий по развитию национальных/региональных усилий по спасению климатических данных.



Спасение и оцифровка рядов климатических данных



От имени ВМО Генеральный директор Национальной метеорологической службы Вьетнама г-н Буй Ван Дак (справа) дарит участнику семинара по наращиванию потенциала переносной компьютер для работы с климатической базой данных в своем институте (Практический семинар по использованию системы управления данными КлимСофт и индексам экстремальных климатических явлений, Ханой, Вьетнам, 12 ноября – 7 декабря 2007 г.).

контроль на однородность. Группа экспертов по потребностям в наблюдениях и стандартам по климату в сотрудничестве с НЦКД завершают пересмотр Руководящих указаний по контролю качества приземных климатических данных (Abbot, 1986).

Важная часть процесса КК/ОК состоит в том, чтобы выявить систематические или повторяющиеся ошибки и вернуть данные наблюдений руководителям производства наблюдений для рассмотрения и исправления ошибок. Повторяющиеся ошибки могут являться результатом работы неисправных датчиков, слаборазвитых методов наблюдения, ненадлежащего технического обслуживания площадки или прибора, а в случае с АМС – проблем с системой направления сообщений (недавно в Австралии был сбой в программном обеспечении, в результате которого при определенных условиях вместо последних данных отправлялись старые сообщения). Такое сквозное обеспечение качества должно стать основной целью НГМС: азбучная истина в том, что лучшей формой обеспечения качества является обеспечение такого положения дел,

при котором первоначальные данные настолько близки к совершенству, насколько возможно.

Особые трудности в развивающихся странах

Выше отмечались проблемы, с которыми развивающиеся и наименее развитые страны сталкиваются как в сборе, так и в управлении климатическими данными. Многие из этих проблем были выявлены в различных публикациях, таких, как Первый и Второй доклады об адекватности ГСНК (например, GCOS, 2003). Наряду с ограниченными ресурсами может наблюдаться высокая текучка кадров; часто не хватает возможностей для обучения нового персонала; оборудование и средства хранения информации могут быть либо плохими, либо ограниченными по возможностям; станции часто удалены и до них трудно добраться из-за инфраструктурных проблем; плохой может быть связь; метеорология часто занимает невысокое место в ряду государственных приоритетов.

Но без наблюдений в этих странах трудно не только обеспечивать уровень климатического обслуживания, который необходим странам для того, чтобы управлять рисками, связанными с климатом, но трудно или даже невозможно сформировать реальную глобальную картину климата, его колебаний и изменений. Необходимо, чтобы мировое сообщество рассматривало и помогало решать проблемы, связанные с наблюдениями и управлением данными в развивающихся и наименее развитых странах.

В настоящее время Группа экспертов по потребностям в наблюдениях и стандартам по климату занимается сведением воедино ряда рекомендаций по поддержке программ климатических наблюдений в развивающихся и наименее развитых странах. Исходным условием при этом является условие, которое гласит, что для удовлетворения текущих и будущих потребностей необходимо иметь определенный минимум станций в ключевых центрах и четко выраженных климатических зонах, особенно в уязвимых районах и

секторах. Группа рассмотрит, что можно сделать для повышения стандартов наблюдений, например, посредством усовершенствованного и более целенаправленного обучения и использования АМС. Она попытается дать предложения, как решать свойственные определенным местам проблемы, о которых в общих словах сказано в предыдущих разделах. Также будет сделан ряд предложений по мобилизации ресурсов, включая получение помощи от организаций, финансирующих исследования в области изменения климата, используя, по возможности, помощь частного сектора и повышая уровень общественной значимости НГМС в собственной стране.

Заключительные замечания

Сейчас широко признается, что изменение климата является самой крупной обособленной будущей угрозой для человечества и окружающей среды. Потребуется большие усилия во всем мире, чтобы нейтрализовать воздействие изменения климата, в поддержке которых метеорологическое, и особенно климатическое, сообщества должны сыграть важную роль. В свою очередь необходимо, чтобы в основе этой поддержки была система наблюдений, построенная с учетом потребностей климатических программ. Роль ВМО и ее Комиссии по климатологии в содействии построению такой системы будет решающей.

Литература

- ABBOTT, P.F., 1986: Guidelines on the quality control of surface climatological data, WMO/TD No. 111, WMO, Geneva, 56 pp plus appendices (18 pp).
- GLOBAL CLIMATE OBSERVING SYSTEM (GCOS), 2003: Second report on the adequacy of the Global Observing System for Climate. GCOS Report No. 82, WMO/TD No. 1143, WMO, Geneva.
- WORLD CLIMATE DATA MONITORING PROGRAMME (WCDMP), 2005: Report of the RA V Data Management Workshop, Melbourne, Australia, 28 November–3 December 2004). WCDMP-No. 57, WMO/TD No. 1263, WMO, Geneva, 7 pp.

Осуществление Глобальной системы наблюдений за океаном

Майк Джонсон*

Введение

Обеспечение безопасности на море является основным движущим фактором для осуществления скоординированных на международном уровне морских наблюдений со времени основания ВМО. В последние два десятилетия постоянно растет потребность в расширении систем морских наблюдений для поддержки других применений, таких, как инициализация все более сложных систем для подготовки все более долгосрочных прогнозов, управление прибрежной зоной, оптимизация деятельности по коммерческому рыболовству, проводка судов, разведка и разработка ресурсов на шельфе, предотвращение и ликвидация последствий загрязнения, а в последнее время – моделирование и предсказание климата.

Такие междисциплинарные потребности привели к необходимости развития все более тесных рабочих отношений между океанографами и морскими метеорологами, а также к разработке системного подхода в сфере международной координации усилий по осуществлению систем, предпринимаемых на национальном уровне. Глобальная система наблюдений по определению пересекает международные границы, создавая потенциал как для выгод, так и для

обязанностей, получение и выполнение которых должны разделить между собой многие страны. Признавая эти факторы, ВМО и Межправительственная океанографическая комиссия (МОК) Организации Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры создали в 2001 г. Совместную комиссию по океанографии и морской метеорологии (СКОММ). В настоящее время СКОММ обеспечивает межправительственную структуру для планирования и координации глобальных систем. Так как представители морских держав готовятся к следующей встрече – в 2009 г. на СКОММ-III, самое время поразмышлять об успехах, достигнутых за последнее десятилетие, и задачах, которые предстоит решать в будущем.

План по осуществлению

В посвященной океану главе Плана осуществления Глобальной системы наблюдений за климатом в поддержку Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН) (ГСНК-92) сформулирован план действий для осуществления системы. Система океанических наблюдений, описанная в ГСНК-92, представляет собой комплексную систему систем, включающую в себя непрерывные высококачественные спутниковые наблюдения атмосферы и поверхности океана, наблюдений в точке за поверхностью и подповерхностным слоем океана и наблюдений в точке за атмосферой над океаном.

У каждой подсистемы, являющейся компонентом системы, имеются свои сильные стороны и ограничения; вместе эти подсистемы составляют комплексную систему систем. Эта базовая глобальная система систем океанических наблюдений показана на рис.1. Помимо платформ, показанных на рис.1, еще два компонента имеют существенное значение: подсистемы получения и усвоения данных и доставка продукции.

Хотя базовая система предназначена для удовлетворения потребностей наблюдения за климатом, при осуществлении систематических глобальных наблюдений, которые предусмотрены в ГСНК-92, будет улучшено морское обслуживание в целом. Система будет поддерживать глобальное прогнозирование погоды, прогнозирование глобального океана и прибрежной зоны океана, подготовку предупреждений об опасных морских явлениях, мониторинг морской окружающей среды и потребности многих других пользователей, не связанные с климатом.

Базовая океаническая система климатических наблюдений зависит от спутниковых глобальных измерений температуры поверхности моря, высоты уровня моря, векторов ветра у поверхности, цветности океана и морского льда. Вклад спутниковых наблюдений детально описан в других международных планах, но для комплексного наблюдения за океаном существенное значение имеет непрерывная координация спутниковых измерений с измерениями в точке.

* Директор отдела наблюдений за климатом НУОА, координатор Программной области – Наблюдения СКОММ.

Суммарный охват сетями измерений в точке **59%** на октябрь 2007 г.

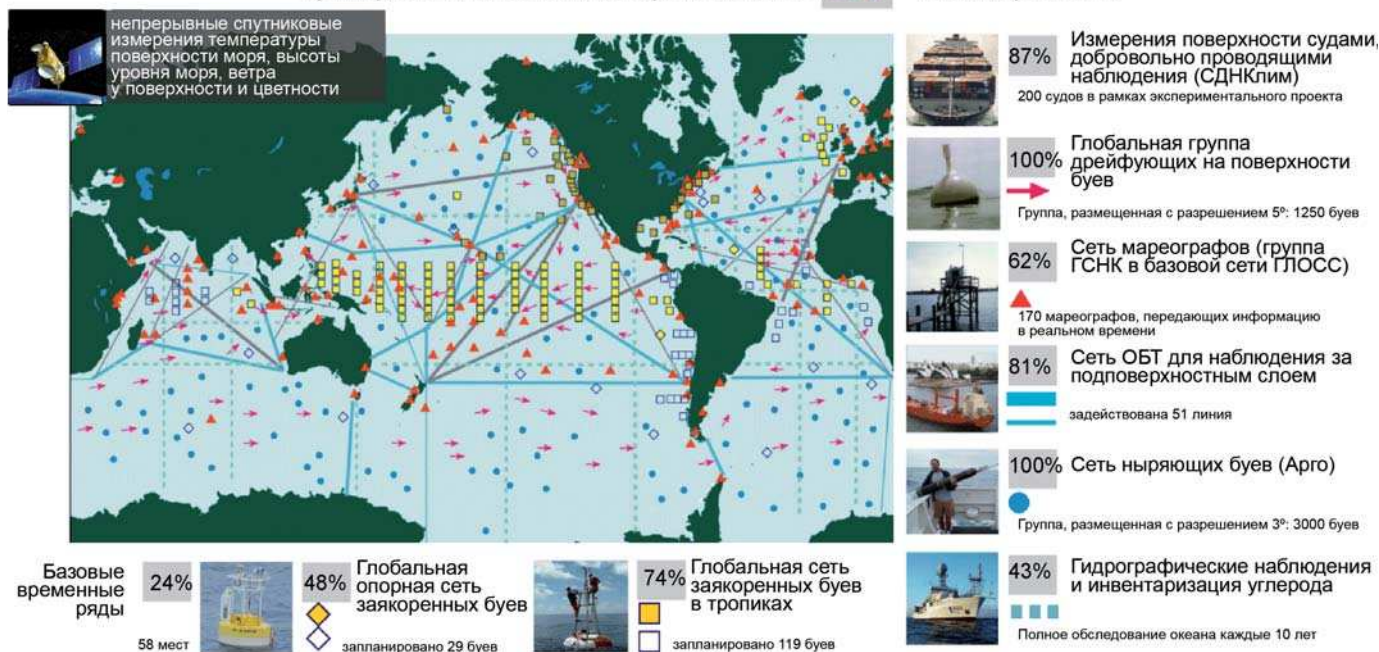


Рисунок 1 – Базовая комплексная система океанических наблюдений, включая текущее состояние, в сравнении с целями, сформулированными в плане осуществления ГСНК (ГСНК-92)

Срочное и основополагающее требование, определенное в ГСНК-92 и одобренное РКИК ООН, а также в справочном документе по 10-летнему плану осуществления Глобальной системы систем наблюдений за Землей (ГЕОСС), заключается в достижении глобального охвата сетями наблюдений в точке. Эти сети включают в себя заякоренные и дрейфующие буи, мареографы, ныряющие буи и системы судовых наблюдений. Координацией национальных вкладов в осуществление этих сетей занимается Программная область – Наблюдения (ПО–Н) СКОММ. СКОММ определена в качестве организации, отвечающей за осуществление или за содействие осуществлению по 21 конкретному мероприятию, перечисленным в главе ГСНК-92, посвященной океану. Эти действия утверждены Программной областью – Наблюдения в качестве составных частей плана по осуществлению системы. В настоящей статье кратко обобщен План работы ПО–Н, включая вопросы координации действий с другими глобальными программами в поддержку создания океанического компонента Глобальной системы систем наблюдений за Землей.

Достижение глобального охвата сетями наблюдений в точке

В состав Программной области – Наблюдения СКОММ входят три группы экспертов, занимающихся вопросами осуществления системы: Группа экспертов по сотрудничеству в области буев для сбора данных (ГСБД), Группа по наблюдениям с судов и Группа экспертов по Глобальной системе наблюдений за уровнем моря. Так как СКОММ была создана в 2001 г., то она также поддерживала связь с Международной программой Арго. В последние несколько лет ПО–Н работала по осуществлению координации своих действий на глобальном уровне с Системой непрерывных междисциплинарных временных рядов наблюдений за океанской окружающей средой (Океан СИТЕС) и Международным экспериментальным проектом по углероду в океане (ИОСПП). Эти программы являются основными международными программами, направленными на осуществление глобальных систем непрерывных наблюдений за океаном.

Группы экспертов СКОММ концентрировали свою деятельность на размещении в открытом океане заякоренных и дрейфующих буев, координации добровольных наблюдений с коммерческих судов, маршруты которых проходят через Мировой океан, и координацию работы мареографов из основного набора, переданных странами-членами ВМО и МОК для систематического мониторинга уровня Мирового океана. Программа Арго уделяет главное внимание размещению и устойчивой эксплуатации глобальной группировки ныряющих буев для наблюдений за подповерхностным слоем океана. Океан СИТЕС занимается созданием рассредоточенной глобальной сети заякоренных буев для глубоководных наблюдений и сети заякоренных буев для подповерхностных наблюдений с целью получения длинных временных рядов данных мониторинга океана и взаимодействия между океаном и атмосферой. В рамках ИОСПП суда и буи дополнительно осуществляют наблюдения за углеродом для мониторинга роли океана в глобальном углеродном цикле. Усилия всех этих крупных глобальных международных программ необходимы для создания глобальной системы всеобъемлю-

щих, непрерывных наблюдений за океаном, а при объединении усилий появляется возможность для повышения эффективности осуществления этой системы.

Со времени проведения СКОММ-I в 2001 г. в осуществлении сетей наблюдений достигнут существенный прогресс. В феврале 2005 г. комплексная система океанических наблюдений в точке достигла важного рубежа, преодолев отметку 50% от намеченного полного осуществления. Во время СКОММ-I система была осуществлена на 34%, по сравнению с 59% в преддверии СКОММ-III. В основе этих процентных показателей лежит система целей, определенных в ГСНК-92. Прогресс, достигнутый за последние восемь лет и план на последующие три года, представленные на СКОММ-II, обобщены в форме диаграмм на рис. 2. Несмотря на серьезный прогресс, работа выполнена только на 60%. Сейчас ясно, что завершить осуществление базовой системы океанических наблюдений за климатом к 2010 г. в соответствии с планом, показанным на рис. 2, нереально. Завершение потребует значительных дополнительных ежегодных инвестиций со стороны стран-членов ВМО и МОК.

На сегодняшний день завершено два крупных этапа работы: Группа экспертов по сотрудничеству в области буев для сбора данных в сентябре 2005 г. разместила 1250 устойчиво функционирующих дрейфующих буев, достигнув запланированного количества; Руководящая группа Арго в октября 2007 г. разместила 3000 функционирующих ныряющих буев, достигнув запланированного количества. Размещенная по всему земному шару группировка дрейфующих буев стала первым завершенным компонентом Глобальной системы наблюдений за океаном (ГСНО). Чтобы завершить эти этапы, потребовалось 10 лет с того времени, когда международное сообщество приступило к осуществлению ГСНО, опубликовав в 1995 г. Научный проект общего модуля Глобальной системы наблюдений за океаном и Глобальной системы наблюдений за климатом, подготовленный Группой экспертов по

Многолетний поэтапный план осуществления (Международные цели – репрезентативные этапы)

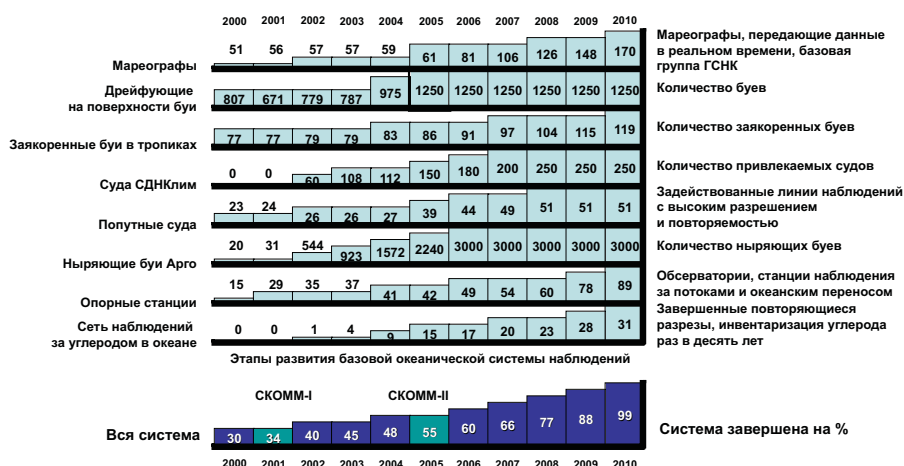


Рисунок 2 – История и план будущего осуществления элементов системы океанических наблюдений в точке. План, представленный на СКОММ-II, предполагает завершение базовой системы океанических наблюдений за климатом к 2010 г., что потребует значительных дополнительных инвестиций со стороны стран-членов ВМО и МОК

развитию системы наблюдений за океаном.

В долгосрочном плане по-прежнему остается проблемой обеспечение непрерывности функционирования размещенных буев, так как на национальном уровне многие программы Арго и ГСБД поддерживаются за счет финансирования научно-исследовательских работ. Необходимость непрерывности функционирования обосновывается с точки зрения как научно-исследовательских работ, так и оперативной деятельности. Данные с дрейфующих буев в течение длительного времени используются учеными-климатологами для оценки изменения температуры поверхности океана в глобальном масштабе и оперативными центрами для инициализации моделей прогноза погоды и климата. Данные, полученные в рамках программы Арго, все больше используются для исследования климата и для моделирования климата и океана. Промонстрирована польза этих данных для улучшения прогнозов состояния океана. Программа Арго сейчас находится в состоянии перехода от стадии осуществления к стадии устойчивого функционирования. На стадии устойчивого функционирования произойдет оптимизация группировки буев, будут рассмотрены новые задачи (например, продление срока эксплуатации буев на период больше четырех лет) и получат дальнейшее развитие качество и пригодность данных.

Общесистемный мониторинг и отчетность об эффективности функционирования

Еще одна важная задача для Программной области – Наблюдения СКОММ состоит в том, чтобы разработать простые для понимания отчеты об эффективности функционирования, которые бы помогли оценить эффективность функционирования комплексной системы наблюдений, и убедить правительства о необходимости выделения средств для достижения целей глобального осуществления. При имеющихся ресурсах достижение глобального охвата наблюдениями океанов земного шара не представляется возможным. Как было отмечено выше, существующая система завершена только на 59%. Это значит, что 41% акватории Мирового океана в значительной степени не охвачено наблюдениями. Для достижения глобального охвата правительства должны выделить дополнительные ресурсы. Центр СКОММ для поддержки платформ наблюдений в точке (СКОММОПС) совместно с ПО-Н работают над подготовкой стандартных расчетно-сравнительных карт, позволяющих сравнить сеть глобального охвата с тем, что имеется в наличии в настоящее время,

Задачи стран-членов ВМО и МОК по завершению осуществления глобальной системы

Группа экспертов по сотрудничеству в области буев для сбора данных

- Разместить и поддерживать непрерывное функционирование группы из 1250 дрейфующих на поверхности буев (в настоящее время размещено 100% буев) для измерения температуры поверхности океана и поверхностных течений.
- Дополнительно оснастить все дрейфующие буи барометрами (в настоящее время действует 500 модернизированных барометров) для измерения давления на уровне моря.
- Расширить сеть заякоренных буев в тропиках, разместив буи в Индийском океане (размещено 15 буев из 47), для завершения охвата экваториальных регионов Атлантического, Тихого и Индийского океанов, которые являются тепловым двигателем режимов глобального климата и погоды.
- Координировать действия с Океан СИТЕС для общего использования платформ и материально-технической поддержки.

Группа по наблюдениям с судов

- Улучшить передачу данных о морской погоде и условиях поверхности океана с судов, добровольно проводящих наблюдения (СДН) (из приблизительно 6700 зарегистрированных судов регулярно передают данные менее 2300 судов).
- Привлечь 250 судов (в настоящее время привлечено 218 судов) в рамках проекта подкомплекта климатических данных СДН (СДНКлим), который рассматривается в качестве подкомплекта высококачественных данных для климатического анализа долгосрочных рядов наблюдений, сформированных коммерческими судами.
- Установить автоматические метеорологические системы на судах, добровольно проводящих наблюдения (в настоящее время системы установлены на 140 судах), чтобы улучшить передачу данных в реальном времени для прогнозирования погоды и климата.
- Полностью задействовать 51 линию осуществления батитермографных измерений с высокой плотностью и повторяемостью, которые были определены в 1999 г. на практическом семинаре по температуре верхнего слоя океана (в настоящее время задействована 41 линия) для измерения структуры температуры верхнего слоя океана и переносов в этом слое.
- Координировать работу с Международным экспериментальным проектом по углероду в океане в плане использования общих платформ и материально-технической инфраструктуры как для физических, так и для химических измерений в океане и атмосфере над океаном.

Группа экспертов по Глобальной системе наблюдений за уровнем моря

- Улучшить передачу данных со станций (только 176 из 290 станций основной сети ГЛОСС передают данные регулярно) для обеспечения непрерывных высококачественных измерений приливов и уровня моря.
- Осуществить подкомплект опорных станции ГСНК в составе 170 распространенных по всему миру мареографических станций, передающих данные в реальном времени и имеющих геоцентрические координаты, для долгосрочного мониторинга изменения климата и для поддержки в реальном времени систем предупреждения о цунами.

Арго

- Поддерживать распространенную по всему миру группировку из 3000 действующих ныряющих буев (в настоящее время все буи размещены) для измерения температуры и солёности подповерхностного слоя океана.

Океан СИТЕС

- Создать рассредоточенную глобальную сеть заякоренных буев для мониторинга различных режимов океана/климата и измерения глобальной циркуляции океана (в настоящее время введены в эксплуатацию 43 из 89 буев).

Международный экспериментальный проект по углероду в океане

- Проводить раз в десять лет полную инвентаризацию углерода в Мировом океане с использованием океанографических судов (в настоящее время повторно обследованы 20 из 37 линий) и осуществлять мониторинг обмена двуокисью углерода между океаном и атмосферой с судов, добровольно проводящих наблюдения, и с заякоренных буев.

Состояние системы наблюдений: 2007 г., 3 кв. профили температуры

Требования:
1 профиль
Каждые 10 дней
В каждой ячейке $3^\circ \times 3^\circ$

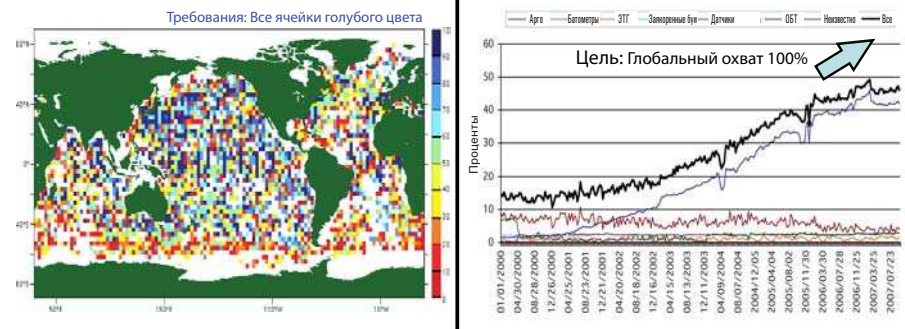


Рисунок 3 – Отчет о состоянии и эффективности функционирования за первый квартал 2007 г., показывающий, как настоящая система наблюдений измеряет один из важных переменных параметров – профили подповерхностной температуры – в сравнении с требованием ГСНО/ГСНК, в соответствии с которым необходимо получать один профиль каждые 10 дней в каждой ячейке $3^\circ \times 3^\circ$.

оценить состояние и эффективность системы наблюдений и разработать краткие отчеты, иллюстрирующие, как продвижение к глобальному охвату улучшает эффективность предоставляемой информации.

Для отчетности о состоянии и развитии системы ПО–Н утвердила стандартную картографическую проекцию. Это равнопромежуточная, цилиндрическая проекция протяженностью от 90° с.ш. до 90° ю.ш. с разрывом на 30° в.д. СКОММОПС использует стандартный набор цветов для отображения вкладов стран. Для обозначения степени охвата наблюдениями используется последовательность цветов (красный, оранжевый, желтый, зеленый и голубой): красным цветом обозначены области, недостаточно охваченные наблюдениями; голубым цветом обозначены области, охваченные наблюдениями в достаточной степени. Для обозначения измерений цвета используются следующим образом: теплые цвета (красный) используются для теплых температур, как правило, высокие значения и мелководные измерения; холодные цвета используются для прохладных температур, как правило, низкие

значения и глубоководные измерения. Всем странам-членам ВМО и МОК предлагается использовать эти обозначения для отображения вкладов своих систем наблюдений.

Помимо статистических данных о платформах наблюдений, которые рассчитываются СКОММОПС, в настоящее время готовятся ежеквартальные отчеты по температуре поверхности моря, солёности поверхности моря, о профилях температуры, профилях солёности, подповерхностных течениях и запасах тепла в слое перемешивания. ПО–Н работает над тем, чтобы добавить отчеты по другим параметрам океана, указанным ГСНО и ГСНК. Доступ к этим отчетам осуществляется через СКОММОПС по адресу: www.jcommops.org/network_status. На рис. 3 показан пример ежеквартального отчета для профилей подповерхностной температуры.

Сводный отчет, подготовленный с учетом вкладов стран, в котором перечислены 73 страны и Европейский союз, поддерживающие элементы комплексной системы наблюдений за океаном, а также количество платформ наблюдений в точке и расход-

ных материалов, предоставленных каждой страной, доступен по адресу: www.jcommops.org/network_status. Этот отчет позволяет отслеживать продвижение в направлении осуществления океанической системы, определенной в ГСНК-92. Всем странам-членам/государствам-членам СКОММ предлагается регулярно просматривать этот отчет и по мере необходимости направлять поправки по адресу: opa@jcommops.org. (Элементы-вклады стран в систему наблюдений включены в этот отчет, если они предоставляют данные международному сообществу в соответствии с политикой ВМО и МОК в области обмена данными.)

Разработана Web-страница, которая будет служить порталом единого доступа ко всем Web-сайтам, поддерживаемым странами, вносящими вклад в осуществление глобальной системы наблюдений за океаном. Этот портал единого доступа создается с целью показать пользователям «систему систем», осуществляемую СКОММ и ее партнерами. Вход в портал с последующим доступом к Web-сайтам национальных центров осуществляется через точку доступа СКОММОПС по адресу: www.jcommops.org/network_status. Странам-членам ВМО и МОК рекомендуется просмотреть этот Web-сайт и по мере необходимости направлять замечания по адресу: opa@jcommops.org.

ПО–Н также работает над созданием Web-средства Центра мониторинга системы наблюдений (ЦМСН), которое обеспечивает мониторинг в реальном времени с использованием сервера прямого доступа, а также Web-браузер и визуализацию данных для анализа и оценки системы (<http://www.osmc.noaa.gov/>). Данные и метаданные в реальном времени «вытягиваются» из многочисленных источников, включая Глобальную систему телесвязи, сервер СКОММОПС и Web-серверы, и хранятся на сервере ЦМСН в течение пяти лет для просмотра и анализа. Эта система дополняет систему мониторинга СКОММОПС, которая обеспечивает сбор, ежемесячный мониторинг и долгосрочное хранение метаданных, касающихся состояния системы наблюдений и ее развития. Используя обе системы,



Рисунок 4 – Чилийский буй для предупреждения о цунами, обслуживание которого осуществлялось с борта американского научно-исследовательского судна «Рональд Г. Браун» объединенной Чилийско-Американской группой во время связанной с изучением климата миссии, проводившейся с целью ежегодного технического обслуживания станции «Стратус», которая входит в состав глобальной опорной сети заякоренных буйев. Буй для предупреждения о цунами был оснащен метеорологическими датчиками, чтобы его можно было использовать в качестве многофункциональной платформы. Во время этой миссии были введены в действие дрейфующие поверхностные буи ГСБД и ныряющие буи программы Арго.

руководители системы наблюдений и другие пользователи с помощью этой международной инфраструктуры управления системой наблюдения могут теперь готовить свои собственные специализированные отчеты для конкретных глобальных и региональных нужд.

Работаем сообща

После бедствия, вызванного цунами в Индийском океане в декабре 2004 г., осуществление комплексной глобальной системы предупреждения об опасных морских явлениях стало задачей первоочередной важности в рамках международной повестки дня по океану. Возможности для координации работы СКОММ и Океан СИТЕС с развитием международных систем предупреждения об опасных морских явлениях уже разрабатываются, включая передачу в реальном масштабе времени данных с мареографических станций ГЛОСС, скоординированное размещение буйев в океане и использование общих платформ и материально-технической инфраструктуры для разнообразных целей наблюдений. Скоординированное осуществление компонентов наблюдений в поддержку международной комплексной

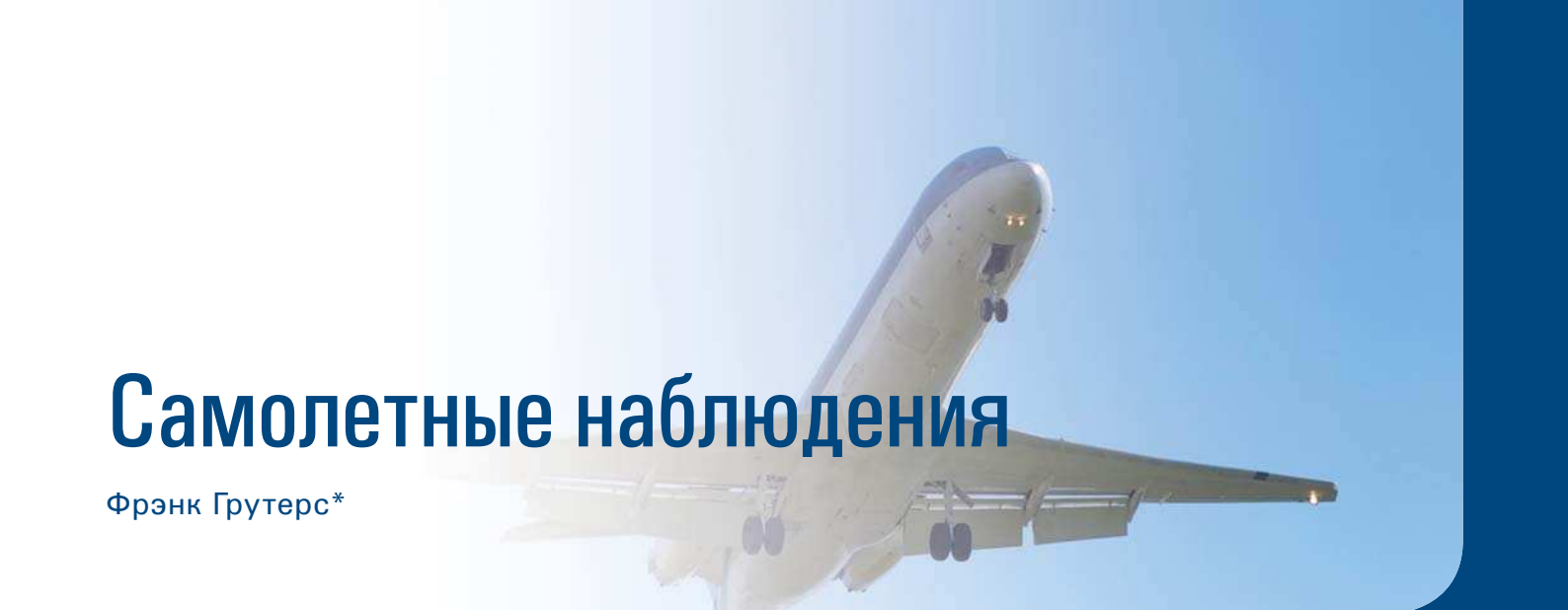
системы предупреждения об опасных морских явлениях является в настоящее время основным элементом плана работы ПО–Н.

Пример скоординированного осуществления системы показан на рис. 4. На рисунке показан чилийский буй для предупреждения о цунами, обслуживание которого осуществлялось с борта американского научно-исследовательского судна «Рональд Г. Браун» во время связанной с изучением климата миссии, проводившейся в октябре 2007 г. с целью ежегодного технического обслуживания заякоренной буйковой станции Океан СИТЕС «Стратус», размещенной в восточной части Тихого океана. Буй для предупреждения о цунами и буй «Стратус» (буй «Стратус», входящий в состав глобальной опорной сети заякоренных буйев, показан на рис. 1) были введены в действие совместными усилиями объединенной Чилийско-Американской группы с использованием одной и той же инфраструктуры судовой поддержки. Буй для предупреждения о цунами был оснащен метеорологическими датчиками, чтобы его можно было использовать в качестве многофункциональной платформы. Во время этой миссии были также введены в действие дрейфующие

поверхностные буи Группы экспертов по сотрудничеству в области буйев для сбора данных и ныряющие буи программы Арго. Такое международное, междисциплинарное, межпрограммное сотрудничество позволит эффективно и действенно осуществлять Глобальную систему наблюдений за океаном.

Заключение

Объединение океанографических и морских метеорологических сетей наблюдения под эгидой СКОММ продемонстрировало эффективность подхода, ориентированного на комплексные системы наблюдения за Землей. Заглядывая в будущее, Пятнадцатый Всемирный метеорологический конгресс (Женева, май 2007 г.) инициировал процесс интеграции компонентов наблюдения всех программ ВМО. Предлагая поэтапное развитие Интегрированной глобальной системы наблюдений ВМО (ИГСН ВМО), конгресс рекомендовал ряд экспериментальных проектов, включая интеграцию программ СКОММ, поддерживающих осуществление Глобальной системы наблюдений за океаном и Глобальной системы наблюдений за климатом, совместно с другими ключевыми международными организациями, такими, как МОК. Экспериментальные проекты будут содействовать обеспечению оперативной совместимости систем данных об океане в рамках Информационной системы ВМО; осуществлению комплексной документации и интеграции стандартов и наилучших практик в рамках метеорологического и океанографического сообществ; разработке соответствующих систем управления качеством. Ожидается, что экспериментальный проект СКОММ, осуществляемый в интересах ИГСН ВМО, повысит доступность данных общепризнанного качества как в режиме реального времени, так и в задержанном режиме, предоставляемых в соответствии с согласованными стандартами для удовлетворения растущих потребностей численного прогнозирования погоды, прогнозирования состояния океана и климата, уменьшения опасности стихийных бедствий, морского обслуживания и исследования системы Земля.



Самолетные наблюдения

Фрэнк Грутерс*

В статье говорится о том, как самолетные наблюдения влияют на безопасность, эффективность и экологические аспекты Международной гражданской авиации и содействуют функционированию Глобальной системы наблюдений.

История вопроса

Группа экспертов ВМО Системы передачи метеорологических данных с самолета (АМДАР) была создана в 1998 г. с целью глобального использования самолетов для наблюдений.

Она состоит из представителей стран-членов ВМО, которые непосредственно участвуют в программе АМДАР и обеспечивают финансирование ее деятельности. К другим заинтересованным сторонам относятся провайдеры связи авиакомпаний, поставщики бортового авиационного оборудования и датчиков и научно-исследовательские институты.

С начала полетов метеорологические наблюдения с самолетов вносят важный вклад в понимание текущего состояния атмосферы и способствуют составлению более точных прогнозов погоды.

В настоящее время система АМДАР обеспечивает полностью автоматизированный сбор и передачу данных метеорологических наблюдений с коммерческих, военных и частных самолетов. Основной массив данных

каждого самолета, участвующего в программе АМДАР, включает положение во времени и пространстве, скорость и направление ветра, температуру окружающей среды.

Данные АМДАР используются для поддержки широкого спектра применения метеорологи и, по мнению ВМО, являются важным источником основной информации о верхней атмосфере. Некоторые самолеты также предоставляют информацию о влажности, турбулентности и обледенении. Они имеют такую же точность, что и радиозондовые данные, и могут использоваться таким же образом.

Возможно, одной из наиболее важных отличительных черт данных АМДАР является их стоимость: вертикальное зондирование температуры и ветра при подъеме и снижении самолета дает профиль, который обычно составляет менее 1% от стоимости радиозондирования. Кроме того, в некоторых районах мира лишь зондирование АМДАР обеспечивает информацию о детальной вертикальной структуре атмосферы.

Практические результаты

Коммуникационные аспекты

С помощью специального пакета программ АМДАР, а также бортовых датчиков, бортовых компьютеров и авиационных систем связи осуществляется сбор, обработка, форматирование и передача данных на наземные станции через спутники и ОВЧ/ВЧ линии радиосвязи. Управ-

ление передачей осуществляется с помощью Системы связи воздушных судов для адресации и передачи сообщений (ACARS) или другой системы передачи. На Земле данные передаются в глобальную сеть национальных метеорологических служб и другим санкционированным пользователям (см. рис.1).

В настоящее время в Глобальной системе телесвязи (ГСТ) ВМО ежедневно имеются около 230000 наблюдений, передаваемых аэропортами всего мира в виде профилей данных как по маршруту, так и при подъеме и спуске.

Данные АМДАР с самолета во время полета являются важным компонентом Глобальной сети наблюдений над океаном, пустынями, возле полюсов и других районов, в которых обычно не производятся наблюдения *in situ*.

Наличие информации по большому количеству профилей и расположению струйных течений способствуют повышению точности информации о ветре и температуре, которая используется при планировании полета (оптимизация маршрутов) и управлении воздушным движением, например непрерывное снижение, уменьшение времени полета в зоне ожидания и максимальная выгода от свободного полета.

Разработаны две новые альтернативные системы АМДАР, которые обладают большей гибкостью и не зависят от традиционных авиационных систем. Они имеют свои собственные внутренние и внешние возможности обработки и мониторинга данных.

* Председатель Совета АМДАР, KNMI, Нидерланды

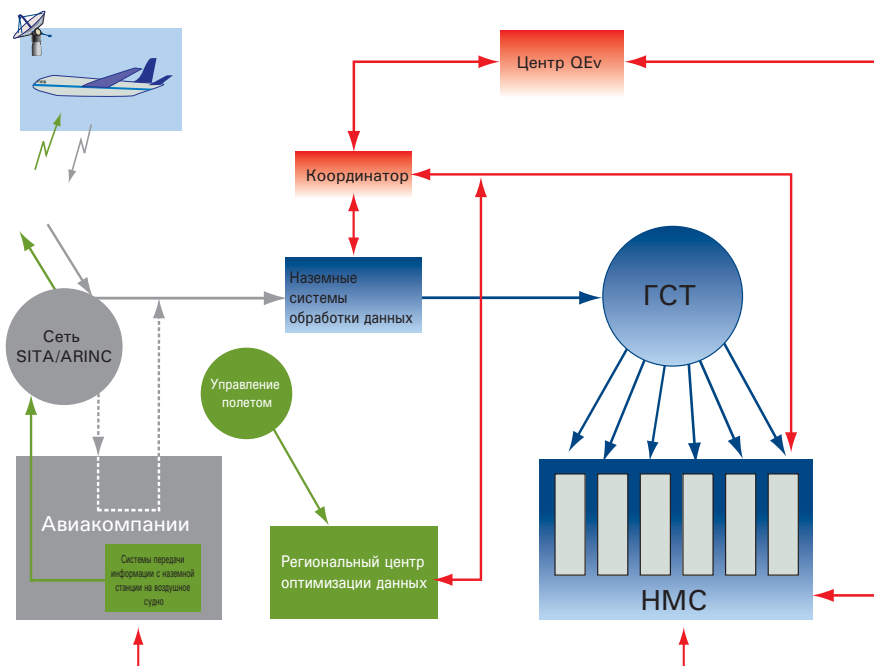


Рисунок 1 – Схема потока данных в системе АМДАР

Передача тропосферных метеорологических данных с самолетов (ТАМДАР) включает полный блок датчиков (положение, время, ветер, температура, влажность, турбулентность, обледенение) и систему связи. Автоматизированная система передачи полетной информации позволяет передавать данные с существующих или специально установленных датчиков в авиакомпанию или национальную метеорологическую службу, используя другую, независимую систему связи. Обе системы подходят для небольших самолетов, которые обычно не оснащены ACARS, а также могут быть установлены практически на любом самолете.

Пробные эксплуатационные оценки, проводимые в Канаде и США, а также в Европейском центре среднесрочных прогнозов погоды, показывают, что качественные наблюдения оказывают положительное влияние на численные прогнозы погоды и оперативное прогнозирование. Эти системы идеально подходят для районов, которые обычно не обслуживаются большими самолетами, оснащенными ACARS, например, для Африки и развивающихся стран.

Ожидаемая польза

Качество данных наблюдений, получаемых с каждого передающего

самолета, ежедневно контролируется метеорологическими центрами, и информация направляется обратно в авиакомпанию, которые используют ее для обеспечения высокого уровня летно-технических характеристик.

Исследования показывают важную положительную роль данных АМДАР в прогнозировании погоды. Использование в реальном времени высококачественных вертикальных профилей температуры и ветра АМДАР в Австралии, Канаде, Гонконге (Китай) и США внесло значительный вклад в усовершенствование применения краткосрочных и среднесрочных прогнозов. Они особенно полезны для прогнозирования текущей погоды, когда условия быстро меняются, и поэтому специально используются в авиации. Ниже приводятся сферы, в которых они играют важную роль:

- Приземные и аэрологические прогнозы ветра и температуры, включая сильный ветер, начало морского бриза и локальную погоду, обусловленную топографией;
- Генезис, местоположение и сила гроз;
- Различие между дождем, снегом и ледяным дождем;
- Местоположение и интенсивность ветрового сдвига, например опасные струйные течения в приземном слое атмосферы;

- Образование, местоположение и время существования низкой облачности;
- Образование, местоположение и продолжительность тумана;
- Местоположение и интенсивность турбулентности;
- Местоположение и интенсивность струйных течений.

Усовершенствованная информация относительно положения и силы струйных течений также позволяет усовершенствовать прогнозы траекторий основных циклонов.

Существуют специальные совместные программы, в которых участвуют страны, осуществляющие магистральные полеты из Европы, Северной Америки и других развитых районов в страны, расположенные в районах с недостаточным количеством данных, которые не могут разрабатывать свои собственные программы. Эти совместные программы весьма полезны для районов, вызывающих особый интерес метеорологов (например, грозовые фронты над Западной Африкой).

Признавая важность и полезность системы АМДАР как надежного источника высококачественных аэрологических данных, принято решение объединить ее с Глобальной системой наблюдений Всемирной службы погоды ВМО. АМДАР также будет важным компонентом Глобальной системы систем наблюдения за Землей (ГЕОСС), которая будет поддерживаться ВМО и странами, принявшими на себя обязательство предоставлять и использовать данные АМДАР. Большое количество самолетов, оснащенных программным обеспечением АМДАР и летающих по северным и южным маршрутам, задействовано в программах Международного полярного года 2007/2008.

Участие в программе

Оперативная система АМДАР требует наличия следующих основных компонентов:

- Авиакомпания, готовая участвовать в совместном соглашении;
- Самолеты с совместимыми системами связи, бортовым электронным оборудованием и метеорологическими датчиками;

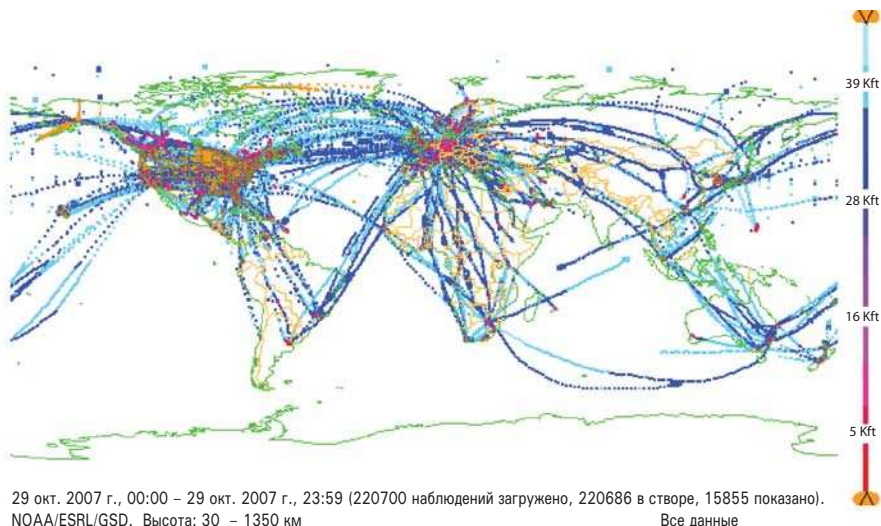


Рисунок 2 – Типичный круглосуточный охват данными земного шара

- Наземные и/или спутниковые каналы связи для Национальной метеорологической службы (НМС) с целью получения данных от авиакомпании;
- Наземная система обработки данных и связь с Глобальной системой телесвязи;
- Система мониторинга работы программы и взаимодействия с авиакомпаниями для сохранения качества данных;
- Система отслеживания объема и местонахождения данных в реальном времени с целью регулирования стоимости.

Группа экспертов АМДАР может помочь организовать региональную или национальную программу, приняв следующие шаги:

- Работа с НМС и авиакомпаниями для оценки потенциальных возможностей разработки национальной или региональной программы АМДАР;
- Содействие в оказании технической поддержки и обучении;
- Предоставление технических материалов и справочников, необходимых для создания национальной или региональной программы АМДАР;
- Работа с НМС и авиакомпанией для подготовки необходимой документации и соглашений по инфраструктуре.

Аспекты окружающей среды

Продолжается работа по расширению числа дополнительных метеорологи-

ческих элементов, которые будут передаваться в ближайшие два года. Немногие серийные самолеты в США начали передавать данные о водяном паре/влажности, однако некоторые страны планируют в ближайшие несколько лет установить соответствующие датчики. Предполагается, что после испытания датчики водяного пара будут давать полную и достаточно качественную информацию по зонам вблизи аэропортов в виде квазивертикальных атмосферных профилей, при этом ее стоимость будет значительно снижена. Наличие такой информации существенно повысит точность прогнозов.

Информация о турбулентности, представляющая особое значение для авиации, используется в оперативном режиме в некоторых центрах

прогнозов. Кроме того, проверяются и оцениваются новые возможности использования информации об обледенении.

Датчики водяного пара могут широко использоваться для обнаружения, прогноза и уклонения от зон или слоев, перенасыщенных льдом, уменьшая тем самым образование климатически активных перистых облаков, каковыми являются инверсионные следы самолетов, сокращая потребление топлива и выделение двуокиси углерода. Вклад авиации в глобальную эмиссию двуокиси углерода составляет 2%, и ожидается, что усилия по повышению эффективности позволят ограничить рост этого вклада значением 3% к 2050г., несмотря на предполагаемое интенсивное развитие этой отрасли.

Кроме того, использование часто обновляемой информации о профилях для полетов на маршруте, при посадке и взлете позволит еще больше оптимизировать полетные операции, извлекать максимальную выгоду от точной информации о ветре и уменьшить влияние погоды на задержку рейсов, полеты в зоне ожидания и отклонение от маршрута.

Эта информация позволит не только уменьшить влияние на полеты сдвига ветра и турбулентности в приземной атмосфере и повысить безопасность операций при плохой видимости, но и поддержит новые идеи, такие как заход на посадку

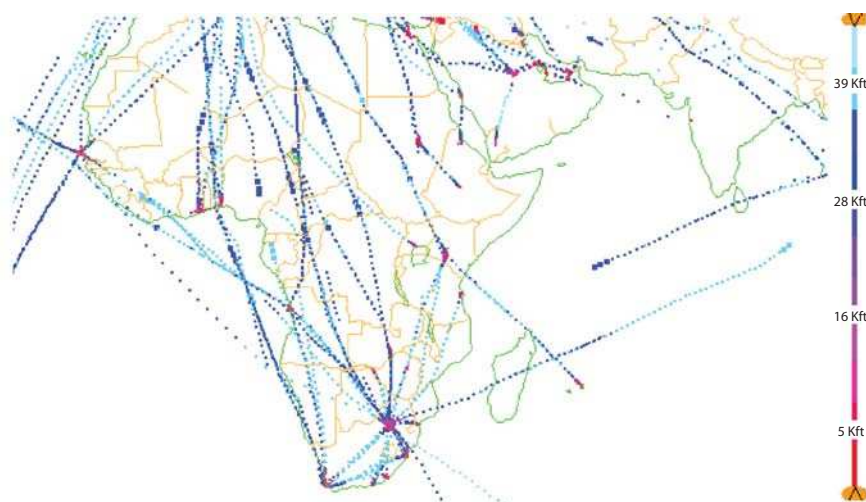


Рисунок 3 – Типичный круглосуточный охват данными Африки и Ближнего Востока, октябрь 2007 г.

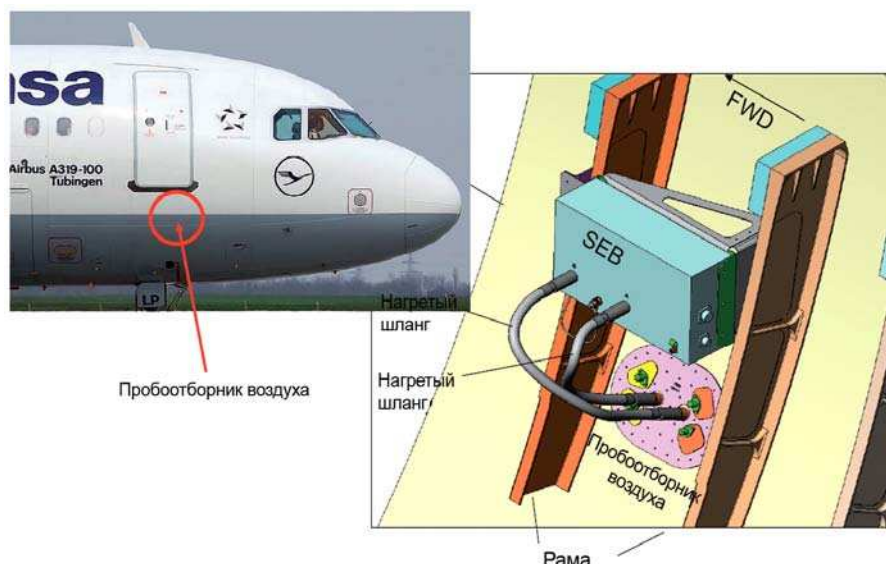


Рисунок 4 – Испытания датчиков водяного пара E-АМДАР

с непрерывным снижением и заблаговременный выбор взлетно-посадочной полосы, что позволит избежать сложных перестановок при посадке в случае значительных изменений характеристик приземного ветра.

Непрерывно обновляемая информация о силе и высоте температурных инверсий в приземной атмосфере, полученных на основе профилей при наборе высоты и снижении самолета, будет полезна для прогноза качества воздуха в данном районе.

Увеличение пространственно-временного распределения данных АМДАР внесет важный вклад в ныне внедряемые модели численных прогнозов погоды более высокого разрешения. В некоторых странах уже показано, как данные АМДАР высокого разрешения повышают точность широкомасштабных и мезомасштабных прогнозов.

Поэтому ожидается, что по мере того как все больше районов будут охвачены данными, будет повышаться точность прогнозов. В то же время схема глобальной оптимизации позволит обеспечить самую низкую стоимость массива этих данных. Такие схемы, уже действующие в Европе и разрабатываемые в Австралии и США, оценивают потребность в дополнительных данных на основе существующих отчетов, используя гибкий алгоритм выбора, который определяется метеорологической службой, запрашивающей данные. При этом непосредственно в запросе будут определены местонахождение, временной интервал, а также горизонтальные и вертикальные интервалы данных, которые будут передаваться с самолета. Поскольку само измерение не связано с какими-либо затратами и основным источником затрат является передача данных, такой алгоритм выбора можно оптимизировать для

комбинированных и целевых наблюдений и даже адаптировать его к определенной ситуации, например в случае возникновения суровых метеорологических условий.

Новые концепции управления воздушным движением

Ожидаемое увеличение интенсивности воздушного движения в развитых странах, и особенно в Юго-Восточной Азии, требует радикального изменения концепции управления воздушным движением для обеспечения безопасности и эффективности полетов.

При максимальной загрузке конечных аэропортов и воздушных трасс такие метеорологические явления, как конвекция, снегопады, гололед, низкая облачность и плохая видимость, могут оказать пагубное воздействие на поток воздушного движения. Многие пассажиры испытали на себе неудобства, связанные с суровой погодой, в периоды массовых путешествий в праздничные дни.

В Европе и Северной Америке разрабатываются новые амбициозные концепции управления воздушным движением на ближайшие 20 лет с целью оптимизации использования воздушного пространства и конечных аэродромов. Эти концепции разрабатываются на основе методов четырехмерных траекторий, эффективного обмена данными между компьютерами и высокой степени автоматизации, при этом человек выступает в новой роли диспетчера, а не оператора системы.

Эти концепции в большой степени будут основываться на высокоточных, своевременных и исчерпывающих метеорологических данных, передаваемых системой управления информацией. Предполагается, что самолетные данные в силу их низкой стоимости, большой скорости обновления и высокого качества будут важным источником данных, необходимых для реализации таких концепций.

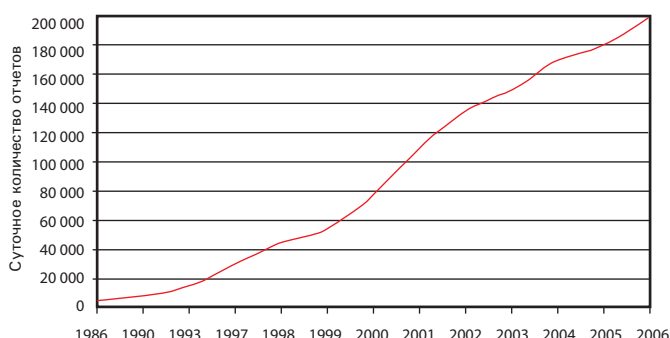


Рисунок 5 – Увеличение количества данных АМДАР

Глобальный мониторинг атмосферного озона

Йоханнес Стехелин*

Введение

Молекулы озона сконцентрированы в стратосфере в основном на высоте от 10 до 40 км. Они определяют температурную структуру стратосферы и, поглощая вредное ультрафиолетовое излучение, сохраняют жизнь на нашей планете.

Отдельные наблюдения за озоном проводились еще в 1920-х годах, но систематические измерения начались лишь 50 лет назад. В настоящее время свыше 70 организаций из почти 50 стран-членов ВМО предоставляют данные наблюдений озона в Глобальную службу атмосферы (ГСА) ВМО, которые позволяют понять состояние и изменения озонового слоя. Эти данные начали тщательно анализировать после того, как в начале 1970-х годов результаты научных исследований показали потенциальную возможность хлорфторуглеродов (ХФУ) и галонов разрушать озон, что может привести к серьезным экологическим последствиям.

Однако лишь в середине 1980-х годов мы получили убедительные данные о разрушении озона, показавшие резкое уменьшение озона в период антарктической весны. Это открытие было сделано в 1985 г. британскими учеными, проводившими наземные измерения на станции Галлея (76° ю.ш.), на которой наблюдения озона проводились с 1956 г.

За последние 20 лет ВМО совместно с Программой ООН по окружающей среде (ЮНЕП) координирует подготовку ряда научных оценок, самые последние из которых были опубликованы в начале 2007 г. Они основаны на достижениях сотен ученых из развитых и развивающихся стран и на данных многих национальных организаций. Наземные измерения играют важную роль как для исследования трендов в разных регионах мира, так и для корректировки спутниковых данных с помощью наземных наблюдений. Эти оценки заложили основу для переговоров, проведенных ЮНЕП для заключения Венской конвенции об охране озонового слоя (1985) и Монреальского протокола ЮНЕП (1987). Сегодня на основе этих оценок вносятся поправки в Монреальский протокол; самые последние поправки были согласованы в Монреале в сентябре 2007 г. Современный Монреальский протокол предусматривает резкое сокращение использования ХФУ и галонов и ускоренную поэтапную ликвидацию гидрохлорфторуглеродов (ГХФУ).

Согласно самой последней научной оценке истощения озонового слоя ВМО/ЮНЕП, на долгосрочное восстановление озонового слоя от воздействия озоноразрушающих веществ потребуются большая часть XXI века. По оценке, на средних широтах это произойдет примерно в 2050 г., а в Антарктике – приблизительно в 2065 г. Это, соответственно, на 5 и 15 лет позднее, чем предполагалось в предыдущей оценке (2002).

Несоблюдение Монреальского протокола замедлит или даже помешает восстановлению озонового слоя.

Поэтому важно продолжать систематические и качественные наблюдения озонового слоя во всех регионах мира. Кроме того, становится все более очевидной связь между истощением озонового слоя и изменением климата. Сам озон, озоноразрушающие вещества и многие их заменители являются парниковыми газами; изменения озона влияют на климат, а изменения климата воздействуют на озоновый слой.

Будучи парниковым газом, озон является одной из важных характеристик климата, находящихся в центре внимания Глобальной системы наблюдений за климатом (ГСНК). В 2007 г. сети спектрофотометров Добсона и Бруера (ГСА) и сеть озонзондов ГСА были приняты в качестве базовых сетей ГСНК. В этой статье описывается система наблюдений за озоном ГСА, сеть дополнительных озонзондов в Южном полушарии (ДОЮП) и сеть станций по обнаружению изменения состава атмосферы (ССОИСА).

В 1989 г. была создана Программа ГСА, объединившая Глобальную систему наблюдений за озоном (ГСНО₃) и сеть станций мониторинга фоновых загрязнений воздуха. Цель Программы – уделить больше внимания обеспечению качества данных и глобальному партнерству. В рамках Программы измерялись следующие компоненты: озон, УФ-излучение, парниковые газы, аэрозоли, основные химически активные газы и химия осадков. С помощью системы ГСНО₃, а теперь и ГСА, мы можем проследить историю глобального мониторинга атмосферного озона (общего содержания

* Председатель Научной консультативной группы ГСА по озону, Комиссия по атмосферным наукам ВМО.



Измерения прибором Бруера на аргентинской станции Сан-Мартин на Антарктическом полуострове

озона, а также профиля озона) с начала 1970-х годов.

ГСНО₃ была создана в связи с угрозой антропогенного разрушения озонового слоя. В 1974 г. проблема истощения озона из-за использования хлора впервые обсуждалась Stolarski и Cicerone, а также Molina и Rowland. Последние два ученых впервые описали источник химически активных разновидностей хлора, выделив хлор из хлорфторуглеродов антропогенного происхождения. Весь масштаб антропогенного истощения озонового слоя осознали в 1985 г., когда Farman *et al.* открыли озоновую дыру над Антарктикой.

Монреальский протокол 1987 г. был успешным. Количество озоноразрушающих веществ сейчас медленно снижается (около 1% в год) после наивысшей величины в конце 1990-х годов. Тем не менее антарктическая озоновая дыра 2006 г. была самой большой за всю историю наблюдений. Это связано с необычно холодным и устойчивым южным полярным вихрем весной 2006 г. в Южном полушарии. Это показывает, что степень сокращения количества озона зависит не только от атмосферной нагрузки озоноразрушающих веществ, но также и от метеорологических условий. Здесь также видна тесная связь между истощением озона и изменением климата.

Измерения общего содержания озона, проводимые под руководством ГСА, основаны на данных спектрофотометров, при этом в качестве источника света используется солнце или свечение неба в зените. В настоящее время данные измерений почти 80 приборов Добсона и 50 приборов Бруера регулярно передаются в Мировой центр данных об озоне и УФ-излучении (МЦДОУФ) в Торонто, который создан в 1960 г.

Информацию о профилях озона можно получить с нескольких типов приборов, управляемых с земли. Надежную и подробную информацию до высоты примерно 35 км можно получить путем измерений с помощью электрохимической ячейки небольших шаров-зондов, которые обычно рвутся на высоте 25–35 км. Профили озона также измеряются лидарами и микроволновыми приборами, которые обладают особой прочностью для эксплуатации в стратосфере и мезосфере.

В настоящее время в состав ГСА входят менеджеры, ученые и технические специалисты из 112 стран. Координацию ГСА осуществляет Объединенный научный руководящий комитет Открытой группы по программной области проблем загрязнения окружающей среды и химии атмосферы (ОГПО-УПАК) Комиссии ВМО по атмосферным наукам (КАН) при содействии Отдела по атмосферным исследованиям и окружающей среде Департамента по научным исследованиям ВМО.

ГСА и Научно-консультативная группа по озону (НКГ-Озон) активно поддерживают Венскую конвенцию и Монреальский протокол, а также Рамочную конвенцию ООН об изменении климата (РКИК) за счет участия в Планах осуществления и в подготовке Второго отчета ГСНК об адекватности глобальных систем наблюдения в интересах изучения климата. В РКИК ООН имеется официальный перечень важных климатических переменных, которые необходимо систематически измерять по всему миру для решения основных проблем. К этим переменным относятся общее количество озона и профили озона. По инициативе ВМО и ГСНК ГСА стала ведущей международной

программой, поддерживающей требования к наблюдениям за озоном. С октября 2007 г. опорные сети ГСНК включают сети озонозондов и спектрофотометров Добсона и Бруера.

Из достижений последних трех лет стоит отметить выработку стратегии, связанной с проблемами состава атмосферы, в рамках Партнерства по стратегии Комплексных глобальных наблюдений. Стратегия Комплексных глобальных наблюдений за химией атмосферы (ИГАКО) позволяет определить пределы глобальных наблюдений в рамках Глобальной системы систем по наблюдению за Землей (ГЕОСС). ИГАКО включает 13 классов переменных, связанных с химией атмосферы, при этом общее количество озона и профили озона являются наиболее важными переменными. Стратегия ИГАКО является основой следующей программы ГСА на 2008–2015 гг.; она будет осуществляться научным сообществом под руководством ГСА при содействии ГСНК, Группы экспертов по атмосферным наблюдениям в интересах изучения климата и ГЕОСС. В Финском метеорологическом институте создана служба ИГАКО-Озон/УФ, и в настоящее время заканчивается рецензирование Плана осуществления ИГАКО-Озон/УФ.

Статус сети

Компоненты сети

Озон, как компонент ГСА, является зрелой организованной системой. Подробную информацию можно найти на Web-сайте ВМО (http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/gaw_home_en.html). НКГ-Озон совместно с Объединенным научным руководящим комитетом ОГПО/УПАК несет ответственность за выполнение стратегического плана ГСА. Она проверяет и формулирует руководящие указания относительно измерений, намечает цели, касающиеся качества данных, а также разрабатывает и предоставляет продукцию и услуги сети.

Чтобы поддержать эту работу, многочисленные центры обеспечения научной деятельности и качества проводят взаимные сравнения,

обеспечивают проверку документации и обучение на национальном и международном уровнях. Система информации о станциях ГСА (СИС-ГСА) (<http://www.empa.ch/gaw/gawsis>) представляет собой средство поиска в режиме он-лайн и составления схемы распределения. Ее поддерживает Программа ГСА Метеорологической службы Швейцарии и федеральные лаборатории Швейцарии по проверке и исследованиям материалов. Эта система собирает информацию о станциях, их измерениях и контактных телефонах, а также содержит новейшую информацию о предоставлении данных в Мировой центр данных об озоне и УФ-излучении Министерства охраны окружающей среды Канады. Мировой центр данных об озоне и УФ-излучении ВМО/ГСА собирает, документирует и хранит данные и информацию об обеспечении качества и бесплатно предоставляет их научному сообществу для проведения анализа и оценок.

Наблюдения за общим содержанием озона

Спектрофотометры Добсона

Приблизительно на 80 станциях Глобальной сети мониторинга атмосферного озона ГСА приборы Добсона регулярно измеряют общее содержание озона. Самый длинный ряд данных принадлежит местечку Ароса в Швейцарских Альпах, где наблюдения ведутся с 1926 г. Приборы современной сети станций необходимо регулярно сравнивать (по крайней мере, раз в четыре года) с региональными стандартными приборами с помощью взаимного сравнения, которое выполняется на основе визуального сравнения. Региональные стандартные приборы сравниваются примерно с такой же периодичностью с первичным прибором Добсона.

Спектрофотометры Бруера

Прибор Бруера основан на том же основном принципе измерения, что и спектрофотометр Добсона, однако использует более современную технологию. Его серийный выпуск налажен с середины 1980-х годов, и

он предназначен для автоматических измерений. За последние несколько десятилетий количество приборов Бруера растет. Мировой эталон ГСА основан на триаде приборов, действующих в Министерстве охраны окружающей среды Канады. Дополнительная триада приборов Бруера находится в центре калибровки приборов Бруера в Изанье (Тенерифе) в Национальном метеорологическом институте Испании. Диаграмма измерений Лэнгли, созданная в Изанье, обеспечивают необходимый диапазон калибровочной шкалы триады приборов Бруера. Эти приборы рекомендуется сравнивать со стандартными, по крайней мере, раз в два года.

Дифференциальная оптическая абсорбционная спектроскопия в ультрафиолетовой и видимой области

Спектрометры ультрафиолетовой и видимой области, использующие метод дифференциальной оптической абсорбционной спектроскопии, применяются на нескольких станциях ССОИКА. Некоторые станции используют стандартный прибор SAOZ (Système d'Analyse par Observations Zenithales), разработанный Французским национальным научно-исследовательским центром; другие используют отечественные спектрометры. Качество измерений регулярно проверяется путем взаимного сравнения, при котором проводится визуальное сравнение большого количества приборов. Новые приборы не используются в сети до тех пор, пока они не покажут необходимое качество работы в процессе взаимного сравнения.

Измерение профилей озона

Озонозонды

Измерения профилей озона с небольших шаров-зондов (весом 1200–2000 г.) с помощью электрохимических датчиков регулярно проводятся с начала 1970-х годов и в настоящее время используются большинством станций.

В рамках проекта ДОЮП при поддержке НАСА (США) созданы допол-

нительные станции озонзондов в тропиках. Тринадцать станций ДОЮП действуют совместно с ГСА.

Электрохимические датчики выпускаются двумя производителями, и в настоящее время в сети используются две разные концентрации растворов. Датчик и концентрация раствора влияют на измерения профилей озона. Для изучения влияния этих факторов на измерения профилей с помощью электрохимических зондов используются взаимные сравнения зондов в рамках Юлихского эксперимента по взаимосравнению озонзондов (ЮЭВОЗ). Сюда входят взаимные сравнения со многими комбинациями марки датчика и концентрации раствора, проводимые на одном и том же шаре-зонде с эталонным УФ-фотометром (например, эксперимент БЕСОС), и измерения двух зондов на одном и том же шаре-зонде (двойные полеты). Вертикальное разрешение с учетом времени реакции датчика составляет около 200–300 м.

ССОИСА включает 25 озонзондовых станций. Электрохимическое зондирование было принято как измерение ССОИСА в 1995 г. Большинство из этих станций являются также станциями ГСА. ССОИСА поддерживает дополнительные станции, заполняя пропуски в данных в отдаленных районах, которые в противном случае были бы не доступны для членов ГСА.

Озоновые лидары и микроволновые радиометры

Для определения профилей озона в верхней атмосфере, кроме электрохимических зондов, используются лидары и микроволновые радиометры. Лидары обычно охватывают высоту от 10 до 50 км, а микроволновые радиометры – от 20 до 70 км. Вертикальное разрешение лидарного профиля озона обычно составляет около 100–200 м. Микроволновый профиль имеет вертикальное разрешение примерно 5–10 км. Так же как и спектрометры ультрафиолетовой и видимой области, лидары и микроволновые радиометры сети ССОИСА регулярно подвергаются взаимному сравнению, а новые

приборы должны показать высокое качество измерений, прежде чем стать частью ССОИСА.

Большинство лидарных станций ССОИСА, измеряющих озон, и станций ССОИСА, оснащенных микроволновыми спектрометрами, также являются станциями ГСА.

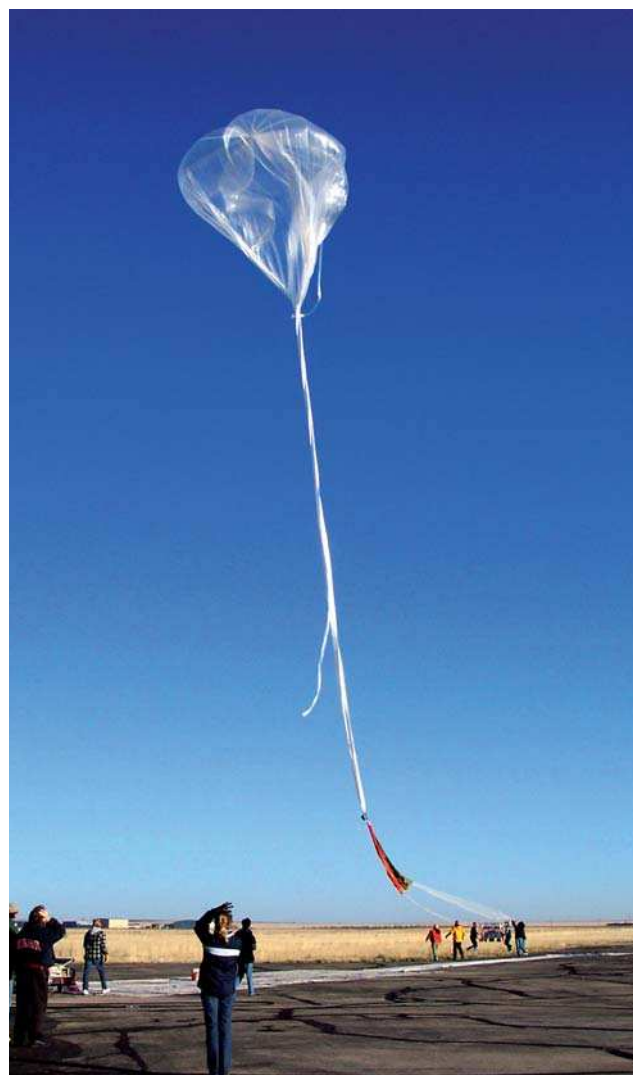
Конфигурация сети

Глобальная сеть мониторинга атмосферного озона ГСА состоит из глобальных, региональных и дополнительных партнерских станций (например, ДОЮП и ССОИСА). Станции ГСА управляются странами-членами ВМО, а дополнительные партнерские станции – другими независимыми сетями. Измерения общего содержания озона (спектрофотометрами Добсона и Бруера) и профилей озона (озонзондами) проводятся в соответствии со стандартными процедурами и

целями обеспечения качества данных, разработанными НКГ-Озон ВМО. Данные спектрофотометров Добсона и Бруера, а также данные зондов поставляются в Мировой центр данных об озоне и УФ-излучении (МЦДОУФ) либо непосредственно со станций, либо через центры данных ССОИСА и ДОЮП.

Хотя сеть является достаточно широкой для глобального охвата, она продолжает расти для удовлетворения потребностей климатического научного сообщества, что нашло отражение в научных оценках ВМО/ЮНЕП и МГЭИК. В настоящее время есть пробелы в данных Азии, Африки и Южной Америки. Хотя спутниковые данные не являются официальной частью этих сетей, ГСА с помощью своего Стратегического плана на 2008–2015 гг. рассматривает возможность связи и интеграции наземных, самолетных и спутниковых данных согласно требованиям стратегии СКГН-ИГАКО.

Запуск полиэтиленового аэростата с большой полезной нагрузкой (приборы для измерения озона) в процессе осуществления кампании БЕСОС (Ларами, Вайоминг, апрель, 2004 г.)



Поставщики данных об общем содержании озона для ГСА

В МЦДОУФ зарегистрированы 52 страны, активно поставляющие данные об общем содержании озона, полученные приборами Добсона и/или Бруера. Поставщики ГСА, такие, как глобальные и региональные калибровочные центры, также разрабатывают и предоставляют оперативную продукцию сети. Они действуют на разных уровнях – от сбора и анализа данных до обеспечения контроля качества, подготовки документов и распространения продукции, такой, как продукция МЦДОУФ. Например, Мировой центр калибровки приборов Добсона, поддерживаемый НУОА/ESRL/Отделом глобального мониторинга имеет большой опыт калибровки на месте, проверки, обучения и технического обслуживания на станциях в развивающихся странах, а иногда и в развитых странах. Кроме того, существуют региональные центры калибровки приборов Добсона в Национальной метеорологической службе Аргентины (Буэнос-Айрес), Метеорологической службе Японии (Токио), Австралийском бюро метеорологии (Мельбурн) и Немецкой службе погоды (Хенпайсенберг).

Мировой эталон измерений приборами Бруера находится в Министерстве по охране окружающей среды Канады, а Региональный центр калибровки располагается в Национальном институте метеорологии в Изанье (Тенерифе, Испания).

Web-сайт с информацией о калибровке приборов Добсона поддерживается специальным Комитетом ВМО по приборам Добсона, а ведет его Чешский гидрометеорологический институт.

Благодаря вкладам своих партнеров, получающих высококачественные данные, ГСА способна адаптироваться к насущным глобальным потребностям, вызванным новыми научными проблемами, предоставлять образцовые механизмы обеспечения качества, соответствовать уровню современных требований в отношении оборудования и управления данными и разрабатывать полезную информационную продукцию и услуги для глобального сообщества.

Поставщики данных озонозондов для ГСА

В МЦДОУФ зарегистрированы 30 стран, активно поставляющие данные о профилях озона, получаемые озонозондами. Мировой центр калибровки озонозондов ВМО находится в Юлихском научном центре (Германия). За последнее десятилетие проведено несколько юлихских экспериментов по взаимосравнению озонозондов, чтобы определить характеристики и понять разницу между различными типами приборов.

Аэростатный эксперимент по стандартам для озонозондов (БЕ-СОС) проводился в апреле 2004 г. Вайомингским университетом, в ходе которого данные двенадцати озонозондов сравнивались с ультрафиолетовым озоновым фотометром. Для обсуждения результатов этой кампании проведено несколько семинаров. Эти результаты позволяют выработать стандартные процедуры работы озонозондов, утвержденные ВМО. Большинство станций, ранее использовавших зонды Бруера–Маста, перешли на более современные электрохимические зонды. В течение нескольких лет на этих станциях проводятся двойные запуски, которые позволяют срастить временные ряды. Двойные запуски проводились также на некоторых станциях, оснащенных двумя основными марками электрохимических озонозондов, чтобы лучше понять разницу между ними.

Поставщики данных озонозондов для ДОЮП

В тропиках и субтропиках Южного полушария работали несколько станций с разной частотой и процедурами передачи. Сеть ДОЮП создана для устранения такого расхождения в данных за счет координации запусков, предоставления дополнительных зондов в некоторых случаях и обеспечения центрального пункта долгосрочного хранения. Данные собираются в оперативном режиме и предоставляются научному сообществу через Web-сайт ДОЮП. Несколько организаций вносят свой вклад в развитие сети ДОЮП, устанавливая оборудование на станциях и закупая озонозонды. К их числу относятся

НАСА, НУОА и Метеорологическая служба Швейцарии.

Поставщики данных для ССОИСА

В 2005 г. сеть станций по обнаружению изменений в стратосфере поменяла свое название и стала именоваться сетью станций по обнаружению изменения состава атмосферы (ССОИСА), чтобы отразить растущий объем исследований и методов измерения. Когда возникла идея создания сети во второй половине 1980-х годов, основное внимание предполагалось уделять истощению стратосферного озона. Однако очевидно, что приборы, используемые ССОИСА, кроме истощения озона, могут измерять и другие параметры, такие, как изменения температуры, водяного пара и атмосферных аэрозолей.

Наблюдаемые области атмосферы простираются от свободной тропосферы до мезосферы. Сеть включает свыше 70 станций, расположенных в двух полярных районах, на средних широтах двух полушарий и в тропиках. Эти станции находятся в ведении организаций из 21 страны. Наблюдения и связанные с ними исследования финансируются из государственных фондов и фондов Европейской комиссии через рамочные научные программы. ССОИСА стала действовать в 1991 г., и до сих пор число ее станций растет. Основные цели станции – обеспечивать последовательные, стандартизованные долгосрочные измерения температуры воздуха в атмосфере, газовых микропримесей, частиц, ультрафиолетового излучения и физических параметров. Эти данные используются в следующих целях:

- изучить пространственно-временную изменчивость состава и структуры атмосферы, чтобы заблаговременно обнаружить и обеспечить последующий долгосрочный мониторинг изменений физико-химического состояния стратосферы и верхней тропосферы; в частности, обеспечить средства, позволяющие распознать и понять причины этих изменений;

Web-сайты ГСА, ССОИСА и ДОЮП

Несмотря на наличие сотен Web-сайтов с продукцией ВМО/ГСА, ДОЮП, ССОИСА и их партнеров, здесь приводятся некоторые основные сайты для получения дополнительной информации:

Домашняя страница ВМО/ГСА

http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/gaw_home_en.html

Стратегический план ВМО/ГСА

<http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/gaw-reports.html>
Reports #142&156

СИГСА

<http://www.empa.ch/gaw/gawsis>

Домашняя страница ССОИСА

<http://www.ndacc.org>

ССОИСА-микроволны

<http://www.iapmw.unibe.ch/research/collaboration/ndsc-microwave>

ССОИСА-озонзонды

<http://www.nilu.no/projects/ndsc/sondes.html>

РГ ССОИСА-спутники

http://www.oma.be/NDSC_SatWG/Home.html

РГ теоретических исследований ССОИСА

<http://www.see.leeds.ac.uk/ndacc>

ДОЮП

<http://croc.gsfc.nasa.gov/shadoz>

Метеорологическая служба Германии/CHMI

<http://www.chmi.cz/meteo/ozon/dobsonweb/welcome.htm>

МЦДОУФ

<http://www.woudc.org>

ИГАКО-Озон/УФ

<http://www.igaco-o3.fi>

Региональный центр калибровки приборов Добсона для Азии

<http://gaw.kishou.go.jp/wcc.html>

Региональный центр калибровки приборов

Бруера для Европы, Изабеллы, Тенерифе

<http://www.iberonesia.com/rbcce/index.htm>

Кампания БЕСОС

<http://croc.gsfc.nasa.gov/besos/>

ЮЭВОЗ

<http://www.fz-juelich.de/icg/icg-ii/josie/>

Центр данных NADIR в NILU

<http://www.nilu.no/nadir&http://nadir.nilu.no>

- установить связь между изменениями стратосферного озона, УФ-излучения на поверхности земли, химического состава тропосферы и климата;
- обеспечить независимую калибровку и проверку спутниковых датчиков атмосферы и выполнить дополнительные измерения;
- оказать содействие для осуществления полевых кампаний, направленных на изучение конкретных процессов, происходящих на различных широтах в разное время года;
- получить проконтролированные массивы данных для проверки и усовершенствования многомерных моделей стратосферы и тропосферы.

Обеспечение качества

Основная цель системы обеспечения качества ГСА состоит в том, чтобы данные, передаваемые на хранение в МЦДОУФ, были согласованными, удовлетворяли требованиям качества данных ГСА и соответствовали полному описанию методологии. Система включает центры обеспечения качества/научной деятельности и центры калибровки, которые обеспечивают качество наблюдений за счет строгого соблюдения руководящих принципов измерений, установленных научно-консультативными группами, и за счет калибровок, отвечающих требованиям мировых калибровочных стандартов. Станции озонзондов ДОЮП и ССОИСА,

которые в основном совпадают с сетью ГСА, придерживаются тех же принципов обеспечения качества, как и в ГСА.

Кроме того, для наращивания потенциала в области атмосферных исследований в сети ГСА проводятся многолетнее обучение, семинары и проверки калибровочных станций. Эта деятельность по наращиванию потенциала становится все более важной по мере ввода в эксплуатацию новых станций ГСА в развивающихся странах.

Процедуры ГСА обеспечивают качество наблюдения, поддерживая компоненты всего процесса измерения – от выполнения оперативных процедур

на станциях до передачи должным образом проконтролированных данных в Мировой центр данных. Рекомендованные принципы ГСА сформулированы следующим образом (GAW Strategy of Implementation, 2001, Report No.142):

- согласовать методологию измерений на всех станциях, использующих руководящие принципы измерений и стандартные оперативные процедуры;
- регулярно проводить взаимные сравнения.

Кроме того, определенные принципы измерения зависят от измеряемого параметра. В таких случаях необходимо:

- добиваться качества данных, допускающего приемлемый уровень неопределенности и обеспечивающего полноту, возможность сравнения и репрезентативность;

- обеспечивать полное соответствие мировому эталону всех измерений, проводимых глобальными и региональными станциями ГСА;
- установить стандартные оперативные процедуры для всех измерений;
- вести подробную регистрационную документацию методологии и процедур измерений.

Центры обработки и архивации данных

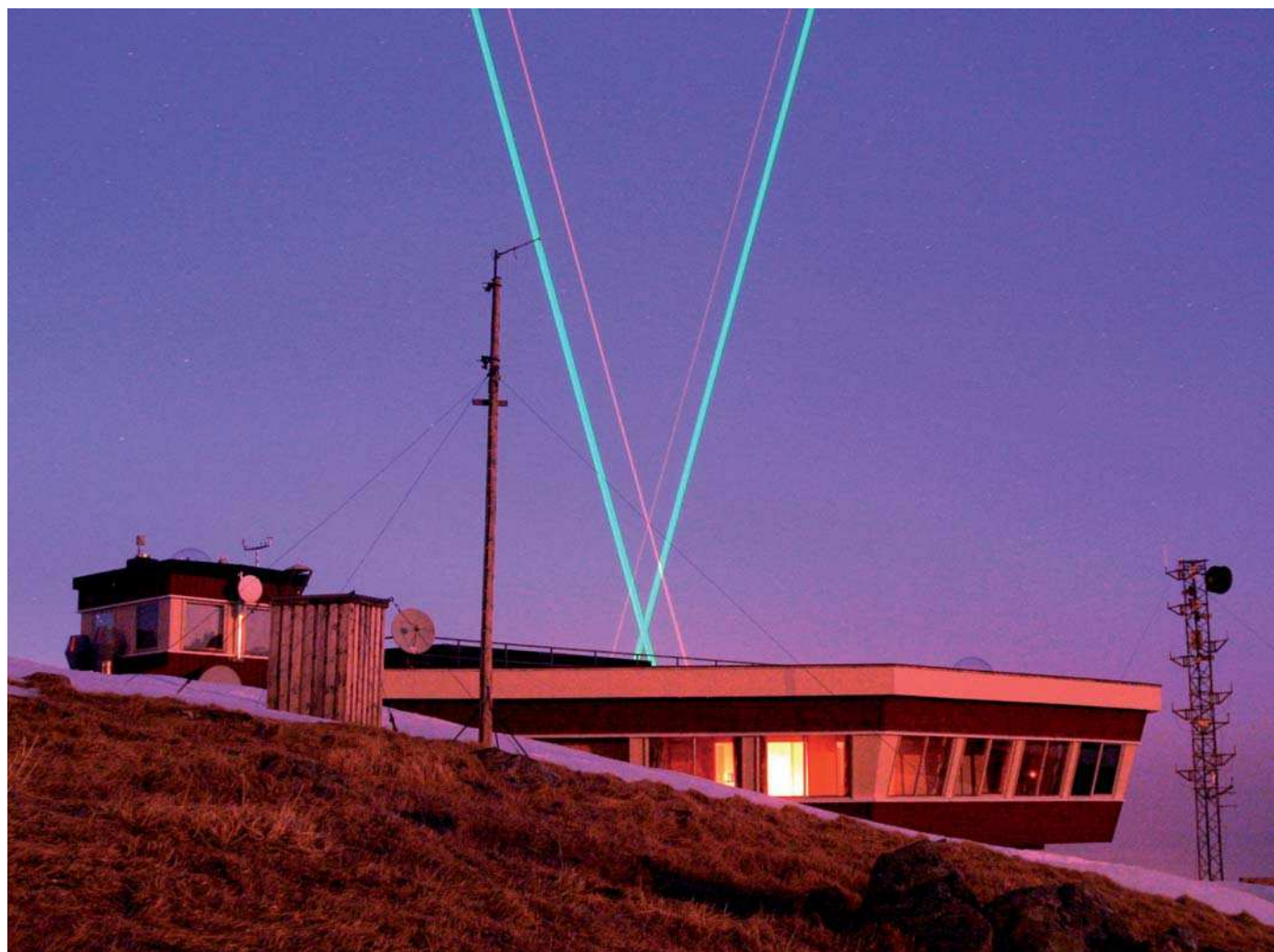
В системе ГСА существует шесть мировых центров данных (МЦД), каждый из которых несет ответственность за архивацию одного или нескольких параметров измерений ГСА или видов измерений. Центрами данных руководят головные организации. МЦД осуществляют сбор, документацию и архивацию

данных измерений в атмосфере и связанных с ними метаданных со станций измерений во всем мире и бесплатно предоставляют их научному сообществу. В некоторых случаях МЦД также предоставляют дополнительную продукцию, включая результаты анализа данных, карты распределения данных и сводные данные. Совсем недавно к группе МЦД ГСА присоединился Немецкий аэрокосмический центр. Этот центр обеспечит полный доступ к спутниковым данным о составе атмосферы.

Анализ, распределение и применение данных

Система информации о станциях ГСА (СИСГСА)

Швейцарские федеральные лаборатории по исследованию и проверке материалов ведут



Дневное измерение лидаром на станции ССОИСА, Аломарская обсерватория (Норвегия, 69° с.ш., 16° в.д.)

Web-сайт СИГСА (<http://www.empa.ch/gaw/gawis>). Это эффективное средство знакомства с системой ГСА. На нем содержится подробная информация о программах измерений, контактных лицах, точном расположении станций и прямой связи с данными, хранящимися в МЦДОУФ.

Мировой центр данных об озоне и ультрафиолетовом излучении

С этого Web-сайта (<http://www.woudc.org>) можно получить доступ к данным измерений, которые передаются со станций наблюдения за озоном всего мира. При использовании или публикации данных сайта пользователям необходимо делать ссылку на данные и указывать их источник. Вот некоторые примеры продукции распределения данных:

- Каталог станций и метаданные, доступные для поиска.
- Пересылка всех данных, собираемых МЦДОУФ.
- Графическое представление всех данных МЦДОУФ (с ежемесячным пополнением).
- Сводные данные МЦДОУФ.
- Ежемесячно пополняемый главный файл, содержащий все данные об общем количестве озона, поступающие в МЦДОУФ.
- Сервисная программа для получения карт станций, которые удовлетворяют определенным критериям.

Данные хранятся в формате ASCII и легко вводятся в различные программы, такие, как Excel.

Архив данных ДОЮП

Web-сайт ДОЮП (<http://croc.gsfc.nasa.gov/shadoz>) обеспечивает легкий и открытый доступ ко всем данным, собираемым сетью станций ДОЮП. Активизируемая щелчком карта станций дает доступ к базе данных, с которой можно скачать данные или посмотреть на готовые графики. Данные хранятся в простом и понятном формате ASCII.

Отчеты ВМО/ГСА

Эти отчеты можно скачать с Web-страницы ВМО/ГСА http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/gaw_home_en.html.

Комир, У.Д. Руководство по эксплуатации: Наблюдения за озоном с помощью спектрофотометра Добсона, Global Ozone Res. And Monit. Proj., Report No.6, WMO, Geneva, Switzerland, 1980.

Отчет Десятой кампании ВМО по международному сравнению спектрофотометров Добсона, WMO/GAW Report No.108, 1996.

Отчеты кампаний ВМО по международному сравнению спектрофотометров Добсона, WMO/GAW Report No.138, 2001.

Стратегия осуществления Программы Глобальной службы атмосферы (2001–2007). Вклад в выполнение долгосрочного плана (WMO/TD-No.1077), pdf (437kb).

ВМО ГСА международные сравнения спектрофотометров Добсона в Метеорологической обсерватории (Хоенпайссенберг, Германия), WMO/GAW Report No.145, U.Köhler, 2002.

Сравнение измерений общего количества озона спектрофотометрами Добсона и Бруера и рекомендованные функции переноса, J. Staehelin, J. Kerr, R. Evans and K. Vanicek, GAW Report No.149, WMO, Geneva, 2003.

Современное состояние Программы Глобальной службы атмосферы (представленное на 14 Конгрессе, май 2003 г.) (WMO/TD-No.1168), pdf (404kb).

Дополнение к стратегии осуществления Программы Глобальной службы атмосферы (2001–2007) за период 2005–2007 гг., WMO/GAW Report No.142, (WMO/TD-No.1209), pdf (277kb).

Комплексные глобальные наблюдения за химией атмосферы (ИГАКО). Report of IGOS-WMO-ESA (September 2004) (WMO/TD-No.1235), pdf (22.9 MB) (предупреждение: большой файл)

Стратегический план ВМО/ГСА на 2008–2015 гг. (в стадии подготовки).

Архив данных ССОИСА

Согласно протоколу данных ССОИСА, ученые должны предоставить данные в течение одного года измерений. Затем данные в течение одного года будут находиться в секторе центра данных с ограниченным доступом. После этого они копируются на анонимный ftp-сайт для открытого доступа. Безусловно, исследователи могут попросить менеджера центра данных предоставить данные раньше, чем предусмотрено протоколом данных. Такая процедура

практикуется для того, чтобы у поставщиков данных было время для их калибровки и проверки достоверности. Данные хранятся в формате ASCII на Web-сайте ССОИСА (<http://www.ndacc.org>).

Другие центры данных

Британский центр атмосферных данных (<http://badc.nerc.ac.uk/home/index.html>) включает центр данных ССОИСА.

Норвежский институт атмосферных исследований собирает данные озонзондов, полученные на европейских станциях измерения озона в режиме, близком к реальному времени (в тот же день), преобразует их в кодовую форму CREX и передает их в Европейский центр среднесрочных прогнозов погоды.

Секретариат ВМО

По просьбе Комиссии по атмосферным наукам ежегодно два раза в месяц, начиная с конца 1980-х годов, ГСА выпускает Бюллетень о состоянии озонового слоя в Антарктике в период существования озоновой дыры с августа по декабрь. С 2006 г. ежегодно выпускается Бюллетень о состоянии озонового слоя в Арктике. Эти бюллетени широко используют как данные, близкие к реальному времени, так и долгосрочные климатологические данные некоторых станций ГСА и ССОИСА. Также используются спутниковые данные.

Деятельность в области разработок

Текущая деятельность

Все партнеры ГСА стремятся усовершенствовать применение базы данных. Эти усовершенствования связаны с научными проблемами. Стандартные оперативные процедуры применения приборов Добсона в настоящее время совершенствуются, а процедуры применения приборов Бруера и электрохимических зондов близятся к завершению. Кроме того, планируется усовершенствовать сотрудничество между НКГ-Озон и Руководящим комитетом по ССОИСА.

Запланированная деятельность

Как отмечено выше, сеть ГСА совместно с ДОЮП и ССОИСА продолжает расширяться в соответствии с научными потребностями. Важной научной темой является отражение в документах влияния уменьшения количества озоноразрушающих веществ на состояние озонового слоя. Хотя уменьшение озонораз-

рушающих веществ антропогенного происхождения, закрепленное Монреальским протоколом, достаточно широко отражено в документах в виде снижения их концентраций в тропосфере, количественно определить их влияние на озоновый слой очень трудно. В рамках ИГАКО-Озон/УФ запланирована дальнейшая деятельность с целью объединения наземных, спутниковых и регулярных самолетных измерений. В настоящее время рассматривается план осуществления этой деятельности.

Для получения высококачественных массивов данных о глобальном содержании озона со спутниковых приборов, применяемых для анализа многолетних трендов, первоочередной задачей является проверка спутниковых данных высококачественными данными наземных измерений. Традиционно ГСА уделяла больше внимания обеспечению и контролю качества наземных данных. С введением ИГАКО ВМО стала уделять больше внимания сравнению данных спутниковых и наземных измерений озона.

В настоящее время ССОИСА уделяет все больше внимания водяному пару в свободной тропосфере, стратосфере и мезосфере. Отмечаются существенные неточности в тренде стратосферного водяного пара, причем спутниковые данные и данные точки инея по гигрометру в последние несколько лет показывают противоположные результаты. Водяной пар измеряется некоторыми микроволновыми приборами и некоторыми лидарными системами. Однако необходимо радиозондовое зондирование для сбора данных в верхней тропосфере, а также в нижней и средней стратосфере.

Литература

BRAATHEN, G.O., S. GODIN-BECKMANN, P. KECKHUT, T.J. MCGEE, M.R. GROSS, C. VIALLE and A. HAUCHECORNE, 2004: Intercomparison of stratospheric ozone and temperature measurements at the Observatoire de Haute Provence during the OTOIC NDSC validation campaign from 1–18 July

1997, *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 4, 5303–5344.

DEUBER, B., N. KÄMPFER and D.G. FEIST, 2004: A new 22-GHz radiometer for middle atmospheric water vapor profile measurements, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, Vol. 42, No. 5, (doi:10.1109/TGRS.2004.825581).

FARMAN, J.C., B.G. GARDINER and J.D. SHANKLIN, 1985: Large losses of total ozone in Antarctica reveal seasonal ClO_x/NO_x interaction, *Nature*, 315, 207–212.

FIOLETOV, V.E., J.B. KERR, C.T. McELROY, D.I. WARDLE, V. SAVASTIOUK and T.S. GRAJNAR, 2005: The Brewer reference triad, *Geophys. Res. Lett.*, 32, 20,805.

FROIDEVAUX, L., W.G. READ, T.A. LUNGU, R.E. COFIELD, E.F. FISHBEIN, D.A. FLOWER, R.F. JARNOT, B.P. RIDENOURE, Z. SHIPPONY, J.W. WATERS, J.J. MARGITAN, I.S. McDERMID, R.A. STACHNIK, G.E. PECKHAM, G. BRAATHEN, T. DESHLER, J. FISHMAN, D.J. HOFMANN and S.J. OLTMANS, 1996: Validation of UARS microwave limb sounder ozone measurement, *J. Geophys. Res.-Atmos.*, 101, 10 017–10 060.

JOHNSON, B.J., S.J. OLTMANS, H. VÖMEL, H.G.J. SMIT, T. DESHLER and C. KROGER, 2002: Electrochemical concentration cell (ECC) ozonesonde pump efficiency measurements and tests on the sensitivity to ozone of buffered and unbuffered ECC sensor cathode solutions, *J. Geophys. Res.*, 107(D19), 4393, doi:10.1029/2001JD000557.

JOHNSTON, H., 1971: Reductions of stratospheric ozone by nitrogen oxide catalysts from supersonic transport exhaust, *Science*, 173, 517–522.

KECKHUT P.S. McDERMID and D. SWART et al., 2004: Review of ozone and temperature lidar validations performed within the framework of the Network for the Detection of Stratospheric Change, *Journal of Environmental Monitoring*, 6 (9), 721–733.

MOLINA, M.J. and F.S. ROWLAND, 1974: Stratospheric sink for chloro-

- rfluoromethanes, chlorine atom catalyzed destruction of ozone, *Nature*, 249, 810–812.
- POMMEREAU, J.-P., and F. GOUTAIL, 1988: O₃ and NO₂ ground-based measurements by visible spectrometry during Arctic winter and spring 1988, *Geophys. Res. Lett.*, 15, 891–894.
- STAEHELIN, J., A. RENAUD, J. BADER, R. MCPETERS, P. VIATTE, B. HÖGGER, V. BUGNION, M. GIROUD and H. SCHILL, 1998: Total ozone series of Arosa (Switzerland). Homogenization and data comparison, *J. Geophys. Res.*, 103, 5827–5841.
- STAEHELIN, J., N.R.P. HARRIS, C. APPENZELLER and J. EBERHARD, 2001: Ozone trends: a review, *Rev. Geophys.*, 39, 231–290.
- STEINBRECHT, W., H. CLAUDE, F. SCHÖNENBORN, I. S. McDERMID, T. LEBLANC, S. GODIN et al., 2006: Long-term evolution of upper stratospheric ozone at selected stations of the Network for the Detection of Stratospheric Change (NDSC), *J. Geophys. Res.*, 111, D10308, doi:10.1029/2005JD006454.
- STOLARSKI, R.S. and R.J. CICERONE, 1974: Stratospheric chlorine: a possible sink for ozone, *Can. J. Chem.*, 52, 1610–1615.
- THOMPSON, A., J.C. WITTE, H.G.J. SMIT, S.J. OLTMANS, B.J. JOHNSON, V.W.J.H. KIRCHHOFF and F.J. SCHMIDLIN, 2007: Southern Hemisphere Additional Ozonesondes (SHADOZ) 1998–2004 tropical ozone climatology: 3. Instrumentation, station-to-station variability, and evaluation with simulated flight profiles, *J. Geophys. Res.*, 112, D03304, doi:10.1029/2005JD007042.
- VANDAELE, A.C., C. FAYT, F. HENDRICK, et al., 2005: An intercomparison campaign of ground-based UV-visible measurements of NO₂, BrO, and OCIO slant columns: Methods of analysis and results for NO₂, *J. Geophys. Res.*, 110 (D8), Art. No. D08305 APR 26.
- WMO, 1985: Atmospheric Ozone, Chapter 14 (Ozone and temperature trends), Global Ozone Res. and Monit. Proj., Report No. 16, Vol. III, WMO, Geneva, Switzerland.
- WMO, 1989: Report of the International Ozone Trends Panel 1988, Global Ozone Res. and Monit. Proj., Report No. 18, Geneva.
- WMO, 2007: 2006 Scientific Assessment of Ozone Depletion: Global Ozone Research and Monitoring Project, Report No. 50, Geneva.

Проблемы гидрологических наблюдений

Хэрри Ф. Линс*

Введение

Уникальность воды как основного ограниченного ресурса служит поводом постоянных политических обсуждений. Поэтому неудивительно, что к обсуждению вопросов водных ресурсов, как к постоянно существующим проблемам, так и к вновь возникающим возвращаются снова и снова. В последнее десятилетие особое внимание было уделено некоторым проблемам со стороны государственных и негосударственных организаций, консультативных органов, учреждений по управлению ресурсами, а также научного сообщества. К этим проблемам относятся: надежное водоснабжение, орошение сельскохозяйственных земель, водные экосистемы и экономическое развитие; развитие и содержание инфраструктуры для управления рисками, связанными с наводнениями, засухой и загрязнением; обеспечение сотрудничества между отраслями; доведение до сведения населения информации об ограничении водных ресурсов и обеспечение понимания этой проблемы (Agarwal *et al.*, 2000).

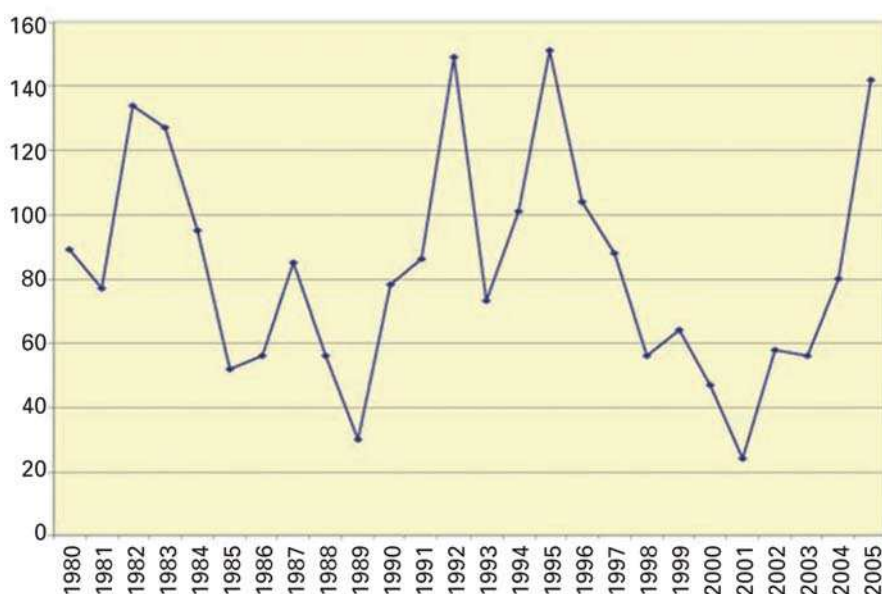
Вызывает удивление то, что наиболее важной проблеме, связанной с водными ресурсами, уделяют

довольно мало внимания, а именно: обеспечению адекватности, последовательности и качества многолетних гидрологических наблюдений. Необходимо осуществлять эффективный мониторинг количества и качества водных ресурсов (как на поверхности, так и на глубине) и проводить его с должной частотой в течение требуемого периода времени. Основное внимание в данной статье уделяется наиболее заметным проблемам, с которыми в настоящее время сталкиваются национальные службы, занимающиеся сбором и управлением данными. Для многих национальных служб эти вопросы имеют особое значение в силу их уникальной роли в области разра-

ботки и проверки новых методов мониторинга, а также в области управления станциями мониторинга в своих странах.

Сокращение сети станций

Наиболее широко обсуждаемой и освещенной в литературе проблемой в области гидрологических наблюдений в последние годы является тенденция неуклонного сокращения сети станций. Эта проблема связана с другими вопросами, рассматриваемыми в последующих разделах. Наиболее широко распространенной причиной этого является ограничение



Ежегодное сокращение числа водомерных постов с продолжительностью наблюдений свыше 30 лет в США за 1980–2005 гг.

* Гидролог, Отдел поверхностных вод, Геологическая служба США, Рестон, шт. Виргиния, США.

финансирования на уровне страны, а также политическая и организационная нестабильность на национальном и региональном уровнях. Однако для бедных и развивающихся стран эта проблема не является животрепещущей. На самом деле ей придают большое значение во многих развитых странах. Например, в США свыше 2200 водомерных постов прекратили работу в период с 1980 по 2005 гг., хотя общее число действующих постов оставалось достаточно постоянным и составляло около 7000 (USGS, 2007). В этом случае проблема заключается не просто в исчезновении постов, а в потере тех постов, которые регистрировали данные в течение по меньшей мере 30 лет. Эти станции особенно необходимы для проведения точных анализов частоты паводков и межженного стока, а также для оценки гидрологических характеристик и трендов в условиях изменчивости и изменения климата.

Другим примером сокращения сети, которое оказывает пагубное влияние на исследования климатических трендов, служит Панарктический регион, где, по данным Shiklomanov *et al.* (2002), число гидрологических постов за последнее время сократилось до уровня начала 1960-х годов. В Онтарио (Канада) 67% речных водомерных постов закрылись в период с 1986 по 1999 гг., а на востоке Сибири за этот же период закрылись 73% постов.

Эти факты вызывают беспокойство, поскольку даже если посты могут снова открыться в будущем, разрывы в долгосрочных данных наблюдений негативно повлияют на способность разработки надежной статистики, которая зависит от последовательных наблюдений в течение длительного периода от нескольких десятилетий до ста лет.

Очевидна необходимость разработки и осуществления стратегий, которые позволят сохранить гидрологические посты долгосрочных наблюдений в районах, представляющих национальный и международный интерес,

и которые дадут возможность увеличить число станций в районах с недостаточным мониторингом или его отсутствием.

Соответствие собранных данных их предполагаемому использованию

Гидрологические данные используются для многих целей – от предупреждений об опасных явлениях и прогнозирования водоснабжения до исследований переноса загрязняющих веществ и водной среды обитания. Многие данные имеют разнообразное применение. Например, измерения уровня воды в реке в определенных точках в реальном или близком к реальному времени идеально подходят для оперативного прогнозирования паводков в этих точках или поблизости от них.

В ряде случаев, однако, использование гидрологических данных ограничено

самими данными, которые не являются оптимальными для предполагаемой цели. Примером этого может служить использование данных о среднесуточном и среднемесечном расходе на станциях, ведущих наблюдения в течение менее 30 или 40 лет, при анализе многолетних трендов, которые могут быть связаны с изменением климата. Очевидно, что убедительная оценка таких трендов требует наблюдений по меньшей мере за 100 лет, учитывая многолетнее постоянство наблюдений за речным стоком (Cohn and Lins, 2005; Koutsoyiannis, 2003). К сожалению, очень немногие станции во всем мире предоставляют такие данные. Это относится также к анализу изменений частоты и масштаба наводнений и засух, который требует конкретной информации об экстремальных значениях осадков и расхода воды, за которыми осуществлялся систематический и последовательный мониторинг в течение продолжительного времени в разнообразных гидрологических условиях.

Другие проблемы, такие, как загрязнение рек от неточечных



Забор пробы воды

источников за счет стока, содержащего нитраты, пестициды и отложения, могут потребовать ежечасных данных, поскольку такое загрязнение тесно связано со временем прохождения циклона и вызванным им стоком. Более того, сложность этих проблем усугубляется дополнительной потребностью в данных самых разных пространственных масштабов, так как землепользование и фермерство оказывают заметное влияние на местную изменчивость степени загрязнения.

В настоящее время пространственно-временной мониторинг составляющих качества воды проводится редко, поскольку этот тип мониторинга значительно более дорогостоящий, чем гидрометрические измерения, так как химический анализ проб должен выполняться в лаборатории. Поэтому очевидно, что приведение собранных данных в соответствие с рассматриваемой проблемой требует наличия систем наблюдений, которые согласованно и надежно функционируют в очень большом и очень коротком временных масштабах, а также в большом и малом пространственных масштабах, – пугающая и дорогостоящая перспектива.

Усовершенствованный гидрохимический и гидробиологический мониторинг

За последние 40 лет улучшилось понимание взаимодействия между физическими, химическими и биологическими процессами, происходящими в воде, при этом повысилась и сложность мониторинга этих процессов. Если до начала 1960-х годов гидрологический мониторинг в основном касался речного стока, переноса осадков и уровня грунтовых вод, то сегодня акцент переместился в сторону качества воды, поскольку проблемы загрязнения становятся все более очевидными. Такой сдвиг сильно расширил количество наблюдаемых переменных, особенно это касается антропогенных соединений в воде и наносах, а также в водных организмах.

Все больше и больше национальные гидрологические службы и связанные с ними службы окружающей среды берут на себя обязательства предоставлять данные наблюдений для поддержки национальных стандартов качества воды, восстановления водных экосистем, подвергшихся

воздействию сельскохозяйственной деятельности, и для обеспечения устойчивости водных ресурсов (National Research Council, 2004). Пока остается не решенной проблема предоставления усовершенствованных данных химических и биологических наблюдений для удовлетворения этих потребностей. Более того, требуются прогрессивные методы, которые должным образом отмасштабированы применительно к субконтинентальным водоразделам, и, к сожалению, такие крупномасштабные стратегии мониторинга еще недостаточно зрелы, чтобы решать многие текущие проблемы, не говоря уже о новых.

Хранение и распространение данных

Растущий объем и разнообразие видов гидрологической информации, передаваемой на хранение в центры данных, особенно в реальном и близком к реальному времени, создают серьезные проблемы, связанные с хранением и распространением данных. Почти во всех странах гидрологические данные собирают несколько организаций, и часто это происходит на разных уровнях – от национального до провинциального и местного. Это ведет к различиям в поддержке потребностей пользователей и наличию разных правил предоставления данных.

Исследователи и другие пользователи данными постоянно испытывают затруднения в поиске и получении последовательных и сопоставимых данных даже в пределах одной страны. Учитывая низкую вероятность значительных изменений этой ситуации в ближайшем будущем, национальным гидрологическим службам рекомендуется разработать онлайн-порталы для своих баз гидрологических данных.

Не менее сложная задача – бесплатное и неограниченное распространение гидрологических данных и



Измерение расхода воды

информации. Национальная политика в области данных часто ограничивает распространение данных региональными или международными центрами данных и во многих случаях требует, чтобы центры данных получали разрешение, прежде чем предоставлять данные запрашивающей стороне. Кроме того, обмен гидрологическими данными осложняется нестандартизованными форматами данных и протоколами обмена, а также несовместимостью стандартов баз данных и режимов доступа. Для устранения препятствий в обмене данными 13-й Всемирный метеорологический конгресс (1999) принял резолюцию об обмене гидрологическими данными и продукцией, которая обеспечивает международный стандарт при определении и проведении политики обмена данными и информацией. Даже в этом случае доступ к гидрологическим данным является очень изменчивым и фрагментарным, несмотря на усилия организаций и создание Глобального центра данных по стоку и Глобальной сети наблюдений за поверхностью суши.

Учет неопределенностей методов и сетей

Количественное определение неопределенности в гидрологических прогнозах и ее учет при принятии решений является важным аспектом оперативного моделирования и исследований. Первичными источниками неопределенности моделирования являются данные с точки зрения их пространственно-временной точности и репрезентативности, а также сам подход к моделированию. Таким образом,

учет неопределенностей, связанных с мониторингом методов и сетей, важен для уменьшения неопределенности прогнозов.

Учитывая то, что гидрологическое прогнозирование в значительной мере основано на измерениях большого числа гидрологических переменных в течение длительных периодов времени, уменьшение размера и плотности сетей мониторинга (как отмечено выше) неизбежно приведет к увеличению неопределенности прогнозов. Следовательно, крайне необходимы процедуры спасения и пополнения данных. Кроме того, растет потребность в методах проверки и оценки неопределенности данных дистанционного зондирования, поскольку они все более активно используются в гидрологических анализах.

Заключение

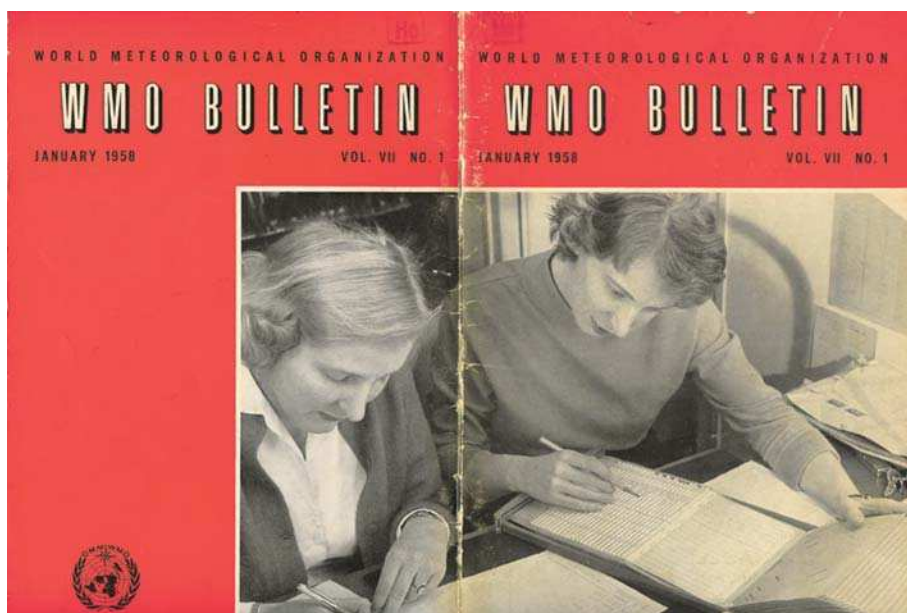
Гидрологические наблюдения играют важную роль в решении проблем водных ресурсов, связанных с наводнениями и засухами, устойчивым развитием сельского хозяйства и глобальным изменением климата. Проблемы в области гидрологических наблюдений очень сложны. К ним относится сокращение количества станций мониторинга, особенно станций многолетних наблюдений; частое несоответствие типов собираемых данных и областей их применения; значительный рост числа наблюдаемых переменных и сложность связанных с этим проблем, особенно в области биологии; сложности быстрого и эффективного предоставления растущего объема данных; и давно существ-

вующая потребность уменьшения неопределенности прогнозов за счет учета неопределенностей в методах наблюдений и сетях.

Литература

- AGARWAL, A., M.S. DE LOS ANGELES, R. BHATIA, I. CHERET, S. DAVILA-POBLETE, M. FALKENMARK, F.G. VILLARREAL, T. JONCH-CLAUSEN, M.A. KADI, J. KINDLER, J. REES, P. ROBERTS, P. ROGERS, M. SOLANES and A. WRIGHT, 2000: Integrated water resources management, TAC Background Paper No. 4, Stockholm, Sweden, Global Water Partnership.
- COHN, T.A. and H.F. LINS, 2005: Nature's style: naturally trendy, *Geophysical Research Letters*, v. 32, no. 23, doi 10.1029/2005GL024476.
- KOUTSOYIANNIS, D., 2003: Climate change, the Hurst phenomenon, and hydrologic statistics, *Hydrological Sciences Journal*, v. 48, no. 1, pp. 3–24.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2004: *Confronting the Nation's Water Problems: The Role of Research*, Washington, DC, The National Academies Press.
- SHIKLOMANOV A.I., R.B. LAMMERS and C.J. VÖRÖSMARTY, 2002: Widespread decline in hydrological monitoring threatens Pan-Arctic Research, *EOS Transactions, American Geophysical Union*, v. 83, no. 2, pp. 13,16,17.
- US GEOLOGICAL SURVEY, 2007: Trends in the size of the USGS streamgaging network, National Streamflow Information Program (NSIP) Website (http://water.usgs.gov/nsip/streamgaging_note.html).

50 лет назад



Сотрудники Центра метеорологических данных Международного геофизического года проверяют и регистрируют формы МГГ, поступающие со скоростью несколько сотен в день.

В Бюллетене ВМО за январь 1958 г. содержатся материалы о работе Центра метеорологических данных Международного геофизического года, материалы, касающиеся метеорологии и защиты растений, и выступление Президента на второй сессии Комиссии по аэрологии, озаглавленное «Покорение третьего измерения». Также сообщается о девятой сессии Исполнительного совета, второй сессии Комиссии по библиографии и публикациям и о семинаре по гидрологическому прогнозированию и водному балансу.

Центр метеорологических данных МГГ в действии

... Центр метеорологических данных МГГ (ЦМД)... был создан в Секретариате ВМО в Женеве к концу 1956 г. Цель настоящей статьи состоит в том, чтобы рассказать о работе ЦМД, который, фактически, является уникальным созданием в истории метеорологии...

... ЦМД – это служба, созданная ВМО для пользы ученых. Успех ЦМД

зависит не только от готовности метеорологических служб посылать в Центр свои данные – это уже гарантировано – но и от достаточного спроса на публикации центра. МГГ предоставляет уникальную возможность для метеорологических служб, университетов и научно-исследовательских институтов получить действительно глобальный комплект проверенных метеорологических данных в стандартной форме за 18-месячный период, и все заинтересованные стороны надеются, что эта возможность внесет вклад в решение многих не решенных проблем в области метеорологии...

Покорение третьего измерения – Часть I

Выступление Президента на второй сессии Комиссии по аэрологии (Париж, июнь–июль 1957 г.)

Сегодняшняя наука так основательно изменила мир, технология достигла в эти последние несколько лет таких замечательных успехов, открытия следовали одно за другим с такой большой скоростью, что иногда целесообразно сделать шаг в сторону с беспорядочной дороги прогресса и оглянуться назад, чтобы оценить пройденную дистанцию, рассмотреть последние достижения и привести в порядок идеи. Тогда, помимо проче-

* Более подробную информацию о материалах Бюллетеня ВМО, выпущенного 50 лет назад, можно найти в номере MeteoWorld за февраль 2008 г. по адресу: http://www.wmo.int/pages/publications/meteoworld/_en/index_en.html

го, мы осознаем, что возникающие краеугольные проблемы почти всегда остаются одними и теми же, и, что те проблемы, которые представлялись нам новыми, чаще всего являются старыми, и все возрастающие возможности современной техники предлагают неожиданные решения этих проблем...

Сегодня нам трудно представить ту сенсацию, которую в научном мире вызвало в середине XVII века изобретение барометра. Посредством своего знаменитого эксперимента Торричелли (1608–1647 гг.) в 1643 г., по сути, показал, что воздух имеет вес, тогда как до этого всегда думали, что атмосфера – это среда нематериальная...

1 декабря 1783 г. изобретатель Чарльз (1746 – 1822 гг.) осуществил в саду Тюильри подъем на наполненном водородом аэростате, прихватив с собой барометр и ртутный термометр. Этот первый запуск неуправляемого аэростата явился точкой отсчета для научного исследования свободной атмосферы. Родилась наука «аэрология»...

В 1852 г. Джон Уэлш осуществил четыре тщательно подготовленных запуска. Он первым использовал термометр, искусственно вентилируемый с помощью ручных мехов. К сожалению, последователи Уэлша не осознали, что термометры необходимо обязательно вентилировать, чтобы они показывали реальную температуру воздуха. Это непонимание оказалось роковым для прогресса аэрологии, и только через 45 лет, т.е. в конце XIX века, оказалось возможным сформировать четкое представление о вертикальном распределении температуры в атмосфере...

Вскоре после 1880 г. метеорологи осознали необходимость дополнения наземных наблюдений наблюдениями в свободной атмосфере. Повышенный интерес к полетам, который проявился почти в то же время, способствовал развитию методов зондирования. В 1894 г. Междуна-

родный метеорологический комитет признал важность управляемых и неуправляемых аэростатов для изучения физики атмосферы...

Первые синхронные международные запуски управляемых и неуправляемых аэростатов, организованные нашей комиссией, состоялись 14 ноября 1896 г. в Париже, Страсбурге, Мюнхене, Берлине, Варшаве и Санкт-Петербурге. Таким образом, 14 ноября 1896 г. стал первым Международным аэрологическим днем. Вплоть до Второй мировой войны Комиссия по аэрологии настойчиво и методично продолжала организовывать кампании по международному синхронному зондированию. В этой связи следует вспомнить кампании в рамках Полярного года 1932/33. Последней была кампания, проведенная в Международный день в апреле 1939 г.

Вначале, 60 лет назад, аэрологическая сеть включала только шесть станций, простираясь от Парижа до Санкт-Петербурга. Простого взгляда на аэрологические карты, которые сегодня ежедневно анализируют все метеорологические службы, достаточно, чтобы увидеть прогресс, достигнутый со времени 1896 г.

Метеорология и защита растений

Развитие метеорологии и защиты урожая как органической науки началось примерно в одно и то же время около 100 лет назад. Первоначальным стимулом в случае с метеорологией послужили бедствия на море и необходимость в предупреждениях о штормах, опасных для судоходства. Бедствия на суше... сыграли похожую роль для развития современных методов защиты растений...

Почти вся начальная работа в этой области была выполнена специалистами по защите растений, потому что метеорологи в это время были

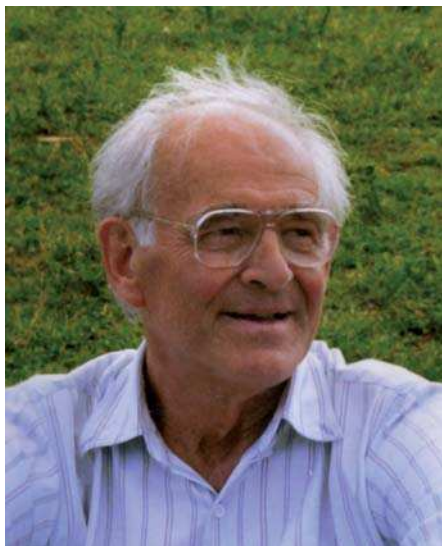
в полной мере заняты быстрым развитием их собственной науки, потребностями, связанными с двумя последовательными мировыми войнами и требованиями, которые выдвинул феноменальный рост гражданской авиации. Только в последние несколько лет метеорологи сумели оторваться от авиационных проблем и вновь обратить часть своего внимания к более широким горизонтам. В эту новую область сельскохозяйственной метеорологии, или, правильнее сказать, в старую область, к которой они вновь обратились, они принесли прогресс в знаниях, оборудовании и организации, достигнутый в результате решения задач, связанных с авиацией...

Много нового света было пролито на различные болезнетворные микроорганизмы, ряд сельскохозяйственных вредителей и их реакцию на условия окружающей среды. Организация защиты растений сделала большой шаг вперед. Осознание того, что для сельскохозяйственных болезней и вредителей, так же как и для погоды, не существует границ, и что, следовательно, необходимы совместные международные усилия, приходило в случае защиты растений сначала медленнее, чем в случае с метеорологией, но в последние годы значительно ускорилося. ...

Задача, которую метеорология должна решить для современного сельского хозяйства, не может более быть решена в рамках подразделения климатологии, где люди работают по совместительству, а требует активного участия синоптиков, аналитиков аэрологической информации, специалистов по долгосрочным прогнозам и ученых-метеорологов. Даже если хотя бы та же доля усилий, которые были успешно предприняты в отношении авиации, будет сегодня уделена сельскому хозяйству, которое является не менее важным, надежды сельскохозяйственной метеорологии могут быстро преобразиться в триумфальные достижения.

Некрологи

Берт Болин



2007-й год, который был таким благоприятным для международного научного сообщества по проблеме изменения климата благодаря утверждению Четвертого доклада Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) об оценках, награждению МГЭИК Нобелевской премией мира, успешному соглашению о плане действий, достигнутому на Тринадцатой конференции Сторон РКИК на Бали, и другим примечательным событиям, закончился для всех нас весьма печально: 30 декабря в Стокгольме скончался Берт Болин.

Берт Болин родился в Швеции 15 марта 1925 г. и почти 60 лет был выдающейся фигурой в области глобальных исследований погоды и климата. Вначале он интересовался численными прогнозами погоды и использованием математических моделей для опи-

сания крупномасштабной динамики атмосферы. В 1947 г. он был аспирантом группы Карла-Густафа Россби по численным прогнозам погоды в Стокгольмском университете. Затем он переехал в США и стал работать в группе Джула Чани в Принстонском институте современных исследований, руководителем которого Джон фон Ньютон был ответственным за проект по разработке электронного компьютера.

Затем Берт вернулся в Стокгольм и участвовал в установке операционной системы численного прогнозирования, которая впервые стала выпускать наиболее эффективные прогнозы, когда-либо составлявшиеся с использованием компьютера. В ряде статей, опубликованных в журнале *Tellus*, он показал превосходные качества методов численного прогнозирования по сравнению с более традиционными методами. Берт Болин использовал эти результаты и свои исследования процессов геострофической адаптации относительно усвоения данных для завершения докторской диссертации, которую он успешно защитил в Стокгольмском университете в 1956 г. После смерти Россби в 1957 г. Болина назначили директором Международного метеорологического института в Стокгольме, а в 1961 г. он стал профессором метеорологии Стокгольмского университета.

Его последующие исследования связаны с биохимическими циклами, и в частности с циклом углерода, поскольку он был пионером в области моделирования углерода

для расчета продолжительности существования углерода в атмосфере, что являлось важным шагом для понимания того, как изменения использования твердого топлива могут повлиять на атмосферные концентрации парниковых газов. Вместе с Эриком Эрикссоном он разработал прогнозы содержания двуокиси углерода в атмосфере для конца XX века. В течение всей последующей жизни Берта Болина цикл углерода и изменение климата останутся в центре его внимания.

В это же время он стал заниматься международной организацией научной деятельности. В частности, в 1960-е годы Берт много сделал для создания Программы исследований глобальных атмосферных процессов (ПИГАП) и организации Исследовательской конференции по ПИГАП, проведенной в Скеппархолмене (Швеция) в июне-июле 1967 г. Это был старт широкой и теперь почти легендарной международной кампании совместных исследований и наблюдений, цель которой – лучше понять атмосферную циркуляцию и динамику климата. С 1968 по 1970 г. Берт был председателем Объединенного организационного комитета (ООК) ВМО и Международного совета по науке (МСНС) по ПИГАП и оставался членом ООК еще шесть лет. Разработка климатических моделей уже тогда рассматривалась как предпосылка к более глубокому пониманию изменения климата. Эти инициативы способствовали созданию в 1980 г. Всемирной программы исследований климата (ВПИК) при совместном финансировании ВМО и МСНС.

В период с 1965 по 1967 г. Берт Болин был назначен директором по науке вновь созданной Европейской организации космических исследований, которая была предшественницей Европейского космического агентства (ЕКА), и внес большой вклад в разработку научной стратегии Европейской космической программы. Ранее, в 1960-е годы, Берт инициировал создание проекта ракетных исследований в рамках факультета метеорологии Стокгольмского университета, используя инфраструктуру, предоставленную Военно-воздушными силами Швеции. Цель проекта – исследование химии и физики верхних слоев атмосферы. Одним из аспирантов Берта в те годы был лауреат Нобелевской премии по химии 1995 г. Пауль Круцен.

В 1972 г. при содействии Берта Болина была организована Конференция ООН по проблемам окружающей человека среды, известная так же как Стокгольмская конференция, на которой, помимо других важных вопросов, была рассмотрена проблема подкисления среды. Усилиями Берта в 1970-е годы была также поднята проблема изменения климата, но он понял необходимость дополнительной информации для того, чтобы убедить лиц, принимающих решения, и общество в целом в том, что повышение уровня двуокиси углерода в атмосфере становится потенциальной угрозой для будущей нашей окружающей среды.

В начале 1980-х Берт успешно выступал на различных международных форумах. В своих выступлениях он подчеркивал необходимость усовершенствования интеграции многодисциплинарных исследований для решения проблемы климата. Создание ПИГАП, ВПИК и Международной программы геосфера-биосфера было важным шагом в этом направлении. Однако Берт все больше убеждался в том, что для того, чтобы люди прониклись важностью этой проблемы, необходимо выполнить тщательные оценки, чтобы сделать официальные выводы относительно того, что известно, а что пока предстоит выяснить в отношении Глобальной климатической системы.

Когда в 1988 г. ВМО и ЮНЕП создали МГЭИК, ее первым председателем

был назначен Берт Болин. Он проработал на этом посту первые 10 лет существования Группы (1988–1997), и за это время Группа экспертов успешно завершила свой Первый доклад об оценках (1990) и Второй доклад об оценках (1995). Даже после ухода на пенсию он продолжал проявлять живой интерес к работе МГЭИК и активно участвовать в ее деятельности, редактируя документы. Не без его участия были подготовлены Третий (2001) и Четвертый (2007) доклады об оценках.

Берт вдохновенно руководил МГЭИК в годы ее становления, и благодаря ему в ней царил дух приверженности науке «свободной от политики, но не конфликтующей с ней». Именно благодаря педантичной приверженности Берта сохранению научной деятельности МГЭИК без вмешательства политики Группа завоевала всеобщее уважение научного мира, а ее доклады стали пользоваться высоким авторитетом во многих странах мира.

В октябре 2007 г., когда было объявлено, что Нобелевской премией мира награждаются МГЭИК и Альберт Гор младший «за их усилия по формированию и распространению информации об антропогенном изменении климата и за основы, которые они заложили для принятия мер противодействия этому изменению», Берт был очень рад услышать поздравление г-на Гора, который позвонил ему, поскольку считал Берта инициатором глобальных усилий, приведших к этой премии.

В середине декабря, буквально за несколько дней до смерти Берта Болина, г-н Гор и нынешний председатель МГЭИК Раджендра Пачаури выступали с лекциями в Парламенте Швеции. Они подчеркнули, что без Берта Болина МГЭИК не достигла бы таких успехов. Берт Болин присутствовал на этом трогательном для него заседании, на котором еще раз было показано, каким огромным уважением международного масштаба пользовался Берт Болин и его научное наследие.

В течение своей жизни Берт Болин был членом нескольких научных академий и лауреатом многочисленных научных премий и наград, включая

премию Международной метеорологической организации ВМО (1981), медаль Карла-Густафа Россби (1984), премию Тайлера за достижения в области изучения окружающей среды (1988), Четвертую премию Голубой планеты, учрежденную компанией «Асахи Глас» (1995), и многие другие. Вся преподавательская и научная деятельность Берта Болина связана со Стокгольмским университетом, где он был профессором метеорологии с 1961 по 1990 г., за исключением поездок за границу в качестве приглашенного ученого. Его способность читать лекции, писать и заниматься междисциплинарной наукой служит примером для многих его коллег и учеников. Его потеря невосполнима.

Ерланд Келен,
Хеннинг Род

Энтони (Тони) Холлингсворт



Тони родился в Дублине 6 июля 1943 г. и скончался 29 июля 2007 г., когда был в отпуске в Гальвее. Он очень гордился своим ирландским происхождением. В 1965 г. после окончания университетского колледжа в г.Корк (Ирландия) с блестящими оценками по математике Тони поступил на работу в Ирландскую метеорологическую службу и после специального обучения стал дипломированным метеорологом.

Первым местом его работы был аэропорт Шеннона, где он стал авиационным метеорологом. Летом он должен был готовить регулярные маршрутные прогнозы для американского экипажа старенькой Каталины, выполнявшей полеты по маршруту Шеннон–Кефлавик–Нарсарссуак (Гренландия) и

обратно. В свободное время Тони посещал курсы по чистой математике в университете г.Корк.

После нескольких лет работы в Метеорологической службе Тони поступил в Массачусетский технологический институт, где работал над докторской диссертацией по метеорологии и был научным помощником двух «отцов-основателей» современного численного прогноза погоды (ЧПП) – Эдда Лоренца и Норманна Филиппа, которые являлись научными руководителями его диссертации на тему «Влияние океанских и земных приливов на полусуточный лунный атмосферный прилив». Степень доктора философии Тони получил в 1970 г. Он признавал, что интеллектуальные беседы с Норманном в его студенческие годы хорошо подготовили его к работе в комитетах на международном уровне.

В 1971 г. после короткого периода работы на факультете атмосферных исследований Университета штата Орегон Тони вернулся в Европу. Его приняли в группу моделирования атмосферы Реддингского университета в качестве научного сотрудника и члена-основателя вместе с Брайеном Хоскинсом и Эли Дорон.

В ноябре 1974 г. Тони подал заявление о занятии должности в Европейский центр среднесрочных прогнозов погоды (ЕЦСПП). Так же, как и я, он слышал, как Аксель Виин-Нильсен и Леннарт Бенгтссон (впоследствии первый и третий директора ЕЦСПП) говорили о подготовке к созданию ЕЦСПП. Мы оба с нетерпением ждали наступления времени, когда прогнозы погоды перестанут быть объектом шуток обычных людей, и мы знали, что это случится благодаря усовершенствованному глобальному ЧПП. Планы относительно ЕЦСПП выглядели реалистичными и особенно убедительными в свете отсутствия системы модели или анализа (системы усвоения данных).

Тони приступил к работе в ЕЦСПП 1 марта 1975 г., а я пришел спустя два месяца. Первые два года были для нас беспокойными. Тони пригласили в Принстон поработать несколько месяцев в Лаборатории геофизической гидродинамики (ЛГГД) над

глобальной климатической моделью ЛГГД, которую он перенес на первую компьютерную систему ЕЦСПП. Со временем он и его небольшая группа заставили ее работать на очень медленном компьютере и выпустили несколько глобальных прогнозов. Этот период неторопливого обучения подошел к концу в 1976 г., когда в документах, касающихся будущей деятельности Центра, появилась четко сформулированная задача разработки и внедрения полной операционной прогностической системы к середине 1979 г.

С 1976 г. и до ухода на пенсию в 2003 г. Тони работал практически над каждым аспектом ЧПП, возглавляя при этом группу по физическим аспектам и отдел данных и моделей Управления исследований. В 1991 г. его назначили руководителем исследований, а в 1995 г. – заместителем директора. Кроме того, Тони лично много сделал для исследований в области ЧПП, что позволило значительно усовершенствовать глобальные прогнозы ЕЦСПП. На мой взгляд, для ЕЦСПП наиболее важным было следующее.

- Его вклад в идентификацию серьезных систематических погрешностей модели, которые являются основным компонентом общей ошибки первых прогнозов Центра. Эта работа стала определяющей, обеспечив средства и задав стиль деятельности в области моделирования на весь период 1980-х годов;
- Его исследования погрешностей системы наблюдения и краткосрочных прогнозов. В результате появились средства (которые используются и сегодня) мониторинга системы наблюдения и заложена основа усовершенствования анализа и усвоения данных, которые повышают точность определения первоначальных условий.

Тони полагал, что работа не завершена до тех пор, пока статья не опубликована. Он часто в соавторстве с другими учеными опубликовал свыше 100 отчетов и научных статей: многие молодые ученые учились писать свои труды под руководством Тони.

Когда Тони исполнилось 60 лет, он оставил должность руководителя исследований и заместителя директора. Однако он и не думал уходить на пенсию. Он очень хотел руководить европейским проектом Глобальной системы мониторинга окружающей среды (ГСМОС), который связан с глобальным и региональным мониторингом системы Земли с использованием спутниковых данных и данных *in situ*. Тони остался в ЕЦСПП, чтобы руководить ГСМОС.

Тони играл важную роль и на широкой международной арене, стимулируя активное сотрудничество с космическими агентствами во всем мире. Кроме того, он работал в поддержку Всемирной программы исследований климата, Глобальной системы наблюдений за климатом, Национальной академии наук США и Американского метеорологического общества (АМО). АМО вручило ему премию имени Джула Чани, а Университет г.Корк присудил ему степень доктора наук за вклад в развитие ЧПП.

Вначале Тони не оценил потенциальных возможностей четырехмерного вариационного усвоения данных, которое сегодня является краеугольным камнем современных систем ЧПП. Однако когда стало ясно, что вариационный подход позволил более эффективно использовать спутниковые данные, он сразу изменил свое мнение на этот счет.

Мы с Тони проработали в ЕЦСПП почти 30 лет, и, несмотря на то, что нам приходилось время от времени претендовать на одну и ту же должность, мы сохранили крепкие дружеские отношения. Вместе со многими другими учеными мы были частью успешной команды, которая сделала революцию в области ЧПП. Мы потеряли энергичного и гостеприимного друга и коллегу, а широкое метеорологическое сообщество лишилось выдающегося ученого.

У Тони остались жена Бреда и дети Кормак и Дейдре.

Дэвид Барридж,
директор ЕЦСПП
в период с января 1991 г.
по июнь 2004 г.

Уильям Джеймс Бурроу



Уильям Джеймс Бурроу, для семьи и друзей просто Билл, много и вдохновенно писал о науке, которую страстно любил всю свою жизнь. Говоря современным языком, он продолжал «изменять мир к лучшему» после официального ухода на пенсию.

Билл родился 11 мая 1942 г. в Суррее (Соединенное Королевство), где прожил большую часть своей жизни. Он учился в Королевской грамматической школе в Гилфорде. Его серьезное увлечение погодой началось, когда, будучи студентом Оксфордского университета, он катался на коньках на реке Червелл

суровой и затяжной зимой 1963 г. В то время некоторые ученые полагали, что мир переживает глобальное похолодание. Его карьера началась с исследований в Национальной физической лаборатории (НФЛ). Билл получил степень магистра, а затем степень доктора философии в области физики ИК-излучения и физики атмосферы в Лондонском университете. С 1971 г. Билл служил своей стране на разных должностях, а именно: первый секретарь (по науке) в Британском посольстве в г. Вашингтоне, специализируясь на проблемах энергетики и окружающей среды, главный личный секретарь Тони Бена, а затем Дэвида Хауэлла и, наконец, руководитель Отдела международных связей Департамента здравоохранения.

Билл, будучи отличным пропагандистом, к концу своей карьеры выпустил 12 книг, посвященных погодным циклам и влиянию изменения климата. Кроме того, он опубликовал свыше 200 статей и докладов во многих газетах, среди которых *The Times*, *The Independent*, *The Guardian* и *The New Scientist*. В 2005 г. Королевское метеорологическое общество наградило его премией Мишеля Ханта за успешную деятельность, благодаря которой общественность стала лучше понимать метеорологические проблемы.

В конце 1990-х ВМО инициировала смелый проект по возможно более полному описанию (в одном томе) климата XX века, чтобы показать его отношение к пониманию потенциального климата XXI века. Билл был и автором, и редактором. Благодаря его большому опыту написания научных статей, и в частности статей о погоде и климате, книга содержит исчерпывающую информацию и легко читается. Она опубликована в 2003 г. совместно ВМО и Cambridge University Press под названием *Climate: into the 21st century*. (*Климат: вступая в XXI век*). В рецензии на книгу в газете *The New Scientist* говорится: «Возможно, нет более полной популярной книги, посвященной погоде. Прогнозы, представленные в книге, благодаря авторитету ее издателя Билла Бурроу, имеют большой вес». Билл внес большой вклад в успех этого проекта. Поэтому ВМО и целевая группа, которая следила за проектом, остаются в неоплатном долгу перед Биллом.

Уильям Бурроу, писатель и ученый, скончался 22 ноября 2007 г. У него остались жена, сын и дочь.

Мэри Войс
Лесли Малоун

Новости Секретариата ВМО

Визиты Генерального секретаря

Генеральный секретарь г-н Мишель Жарро за последнее время посетил с официальным визитом ряд стран-членов ВМО, о чем кратко сообщается ниже. Он хотел бы выразить признательность этим странам за теплый прием и оказанное гостеприимство.

Испания

1 октября 2007 г. Генеральный секретарь посетил Сан-Лоренсо-дель-Эскориаль для участия в Седьмом ежегодном совещании Европейского

метеорологического общества (ЕМО) и Восьмой Европейской конференции по применениям метеорологии, которые проводились совместно в период с 1 по 5 октября 2007 г. Поскольку цель совещания ЕМО – погодные явления со значительными воздействиями и последствиями, г-н Жарро прочитал стратегическую лекцию в форме презентации, в которой основное внимание уделил политике и деятельности ВМО в области уменьшения опасности стихийных бедствий.

Великобритания

В Лондоне в период с 1 по 3 октября состоялось Совещание на высшем уровне по окружающей среде, ор-

ганизованное агентством Рейтер, на котором встретились руководители крупного бизнеса, инвесторы, ответственные лица и чиновники международного уровня для того, чтобы обсудить проблемы окружающей среды с целью проведения точного анализа, который позволит лучше информировать общественность. Генеральный секретарь, посетивший совещание 2 октября, кратко ознакомил участников с деятельностью ВМО, связанной с климатом, принял участие в расширенных дискуссиях и дал интервью нескольким корреспондентам агентства Рейтер. Основная тема дискуссий и интервью – проблемы изменения климата и роль ВМО.

Нью-Йорк, штаб-квартира ООН

8 октября в Нью-Йорке Генеральный секретарь принял участие в работе Пятой сессии Совета по надзору за управлением Международной стратегией по уменьшению опасности бедствий (МСУОБ), председателем которой был сэр Джон Холмс, заместитель Генерального секретаря ООН по гуманитарным вопросам и координатор по оказанию чрезвычайной помощи. Кроме того, он являлся руководителем системы МСУОБ. Г-н Жарро подчеркнул рекомендации ВМО относительно сотрудничества заинтересованных агентств системы ООН и деятельности, организованной для поддержки совместного планирования в области выполнения Хиогской рамочной программы



Сан-Лоренсо-дель-Эскориаль (Испания), 1 октября 2007 г. – пресс-конференция во время Седьмого ежегодного совещания Европейского метеорологического общества (ЕМО) и Восьмой Европейской конференции по применениям метеорологии (слева направо): Джон Зилман, бывший президент ВМО; Мишель Жарро, Генеральный секретарь ВМО; Дэвид Барридж, президент ЕМО; Хосе Антонио Малдонадо, президент Испанского метеорологического общества; Анжел Ривера, менеджер по связи Национального метеорологического института Испании

действий и уменьшения опасности бедствий на национальном и региональном уровнях.

Сербия

11 октября 2007 г. Генеральный секретарь посетил Белград для участия в Шестой конференции на уровне министров «Окружающая среда в Европе – строительство мостов в будущее», организованной Экономической комиссией ООН по делам Европы (UNECE). Основное внимание на конференции было уделено состоянию окружающей среды в Европе и таким ключевым вопросам, как мониторинг и оценка, выполнение многосторонних соглашений по окружающей среде и результаты работы UNECE, связанной с окружающей средой. На пленарном заседании г-н Жарро выступил с докладом «Наращивание потенциала: перспективы в юго-восточной Европе», в котором подчеркнул необходимость улучшения сотрудничества в регионе и поддержки международного партнерства для расширения возможностей заинтересованных стран решать вопросы, касающиеся адаптации к изменению климата и смягчения последствий этого изменения. Конференция одобрила создание в Белграде Центра по изменению климата для юго-восточной Европы.

Во время своего визита Генеральный секретарь встретился с Его Превосходительством Борисом Тадчиком, президентом республики Сербия и Его Превосходительством Божидаром Дьеличем, заместителем премьер-министра. Он также встретился с Его Превосходительством Сашей Драгиным, министром окружающей среды, для обсуждения вопросов изменения климата и уменьшения опасности стихийных бедствий. Кроме того, Генеральный секретарь посетил Республиканскую гидрометеорологическую службу Сербии и встретился с ее директором и Постоянным представителем Сербии в ВМО Йованкой Андреевич. Г-н Жарро также принял участие в Седьмом



Лас-Пальмас де Гран Канария, Испания, октябрь 2007 г. – Совещание директоров национальных гидрометеорологических служб (НГМС) Западной Африки

совещании директоров национальных гидрометеорологических служб юго-восточной Европы, которое состоялось в Белграде в период с 11 по 12 октября 2007 года.

Испания

В период с 17 по 19 октября 2007 г. в Лас-Пальмас де Гран Канария состоялось Совещание директоров национальных гидрометеорологических служб (НГМС) Западной Африки. Совещание организовано Национальным метеорологическим институтом Испании при финансовой поддержке ВМО. На церемонии открытия г-н Жарро встретился с Артуро

Гонзалом, Генеральным секретарем Испании по проблемам предотвращения загрязнения и изменения климата; Паулино Риверо, президентом правительства Канарских островов, и Франсиско Кадарсо, директором Национального метеорологического института и Постоянным представителем Испании в ВМО.

На совещании встретились директора НГМС, основные партнеры в области разработок, представители региональных и субрегиональных экономических и технических организаций и другие заинтересованные стороны, в частности представители Экономического сообщества стран Западной Африки, Африканского

*Буэнос-Айрес,
Аргентина,
22 октября
2007 г. –
Генеральный
секретарь и
Паола Салио,
лауреат премии
ВМО молодым
ученым за научные
исследования за
2007 г.; на заднем
плane Нильда Гарре,
министр обороны
Аргентины*



союза, Франции, Португалии и США. Цель встречи состояла в том, чтобы разработать новые способы решения некоторых важных задач, с которыми сегодня сталкиваются страны Западной Африки. Среди важных результатов совещания – организация Форума директоров НГМС Западной и Северной Африки.

Аргентина

22 октября 2007 г. в Буэнос-Айресе Генеральный секретарь вручил премию ВМО молодым ученым за научные исследования в 2007 г. одному из двух лауреатов Паоле Салио за доклад «Мезомасштабные конвективные системы над юго-восточной частью Южной Америки и их связь с Южно-американским низкоуровневым струйным течением». На церемонии присутствовали Его Превосходительство Нильда Гарре, министр обороны Аргентины; Оскар Дж. Куаттромо, заместитель госсекретаря по вопросам планирования; Гектор Х. Чиापенсиони, Постоянный представитель Аргентины в ВМО, представители университета в Буэнос-Айресе и национального



Сан-Паулу, 24 октября 2007 г. – Генеральный секретарь с Антонио Дивино Моура, директором Национального института метеорологии и Постоянным представителем Бразилии в ВМО (справа) и Вальтером Коллишонном, одним из шести лауреатов премии

метеорологического сообщества. В ходе визита г-н Жарро посетил Национальную метеорологическую службу и принял участие в дискуссиях по международному сотрудничеству в области метеорологии с Постоянным представителем и основными членами Аргентинского метеорологического сообщества.

Бразилия

24 октября 2007 г. на церемонии, организованной Океанографическим институтом университета в Сан-Паулу, Генеральный секретарь вручил премию ВМО молодым ученым за научные исследования в 2006 г. д-ру Вальтеру Коллишонну, который, пользуясь случаем, представил пять своих коллег: Сиднея Гузмао Агра, Глауко Кимура де Фрейтас, Габриэлу Роча Прианте, Рутиней Тасси и Кристофера Фрейре Соуза. Эти шесть бразильских ученых получили премию за доклад «В поисках экологического гидрографа». На церемонии присутствовали Рольф Роланд Вебер, заместитель директора Океанографического института, Антонио Дивино Моура, Постоянный представитель Бразилии в ВМО, и важные представители других бразильских научных организаций и организаций, связанных с окружающей средой.

Нью-Йорк, штаб-квартира ООН

26 и 27 октября 2007 г. в штаб-квартире ООН в Нью-Йорке Генеральный секретарь участвовал в очередном совещании Совета административных руководителей системы организаций ООН по координации (САР), председателем которого был Генеральный секретарь ООН Пан Гимун. В состав САР входят административные руководители всех специализированных организаций, фондов и программ ООН, а также Всемирный банк, Международный валютный фонд, Международное агентство по атомной энергии и Всемирная торговая организация. САР играет большую роль в координации и сотрудничестве организаций ООН



ООН, Нью-Йорк, октябрь 2007 г. – Генеральный секретарь ВМО и Генеральный секретарь ООН Пан Гимун

в области широкого круга животрепещущих вопросов.

В частности, Совет согласился участвовать в деятельности по разработке стратегического подхода в поддержку международных обязательств ООН для решения важных задач, которые ставит перед нами сегодня изменение климата. От имени Совета Генеральный секретарь ООН собирается представить скоординированный план действий, охватывающий всю систему ООН, на Конференции ООН по изменению климата, которая состоится на Бали в декабре 2007 г. САР также заверил участников совещания, что сделает все возможное для того, чтобы деятельность организаций системы ООН не оказывала пагубного влияния на климат.

Бельгия

5 ноября 2007 г. Генеральный секретарь посетил Брюссель для вручения премии ВМО молодым ученым за научные исследования в 2007 г. второму лауреату Габриэлле де Ланной за доклад «Оценка неточности модели почвенной влаги с использованием ансамблевой верификации». На церемонии присутствовали Постоянный представитель Бельгии в ВМО Хенри Малкорпс и важные представители научных организаций Бельгии, метеорологического сообщества, а также другие важные гости.



*Брюссель, Бельгия,
5 ноября 2007 г. –
Генеральный
секретарь и Габриэлла
де Ланной, лауреат
премии ВМО
молодым ученым за
научные исследования
за 2007 год.*

Португалия

По приглашению Европейской комиссии и Правительства Португалии Генеральный секретарь выступил с речью и принял участие в обсуждениях «за круглым столом» на тему «Изменение климата и развитие сотрудничества» во время совещания, состоявшегося в Лиссабоне 7–9 ноября 2007 г. Основное внимание на совещании было уделено новым способам удовлетворения особых потребностей наиболее уязвимых стран, в частности, относительно мер адаптации, поскольку предполагается, что эти страны в наибольшей степени пострадают от изменчивости и изменения климата.

Испания

16 и 17 ноября 2007 г. в Валенсии Генеральный секретарь участвовал в 27-й сессии Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК). Основной целью сессии было принятие и официальный выпуск синтезирующего доклада и резюме для лиц, определяющих политику, Четвертого доклада об оценках. На заключительной церемонии присутствовали Генеральный секретарь ООН Пан Гимун; Ачим Стейнер, руководитель Программы ООН по окружающей среде; председатель МГЭИК Раджендра Пачаури, а также важные представители правительства Испании. От имени

всего сообщества организаций ООН Пан Гимун поздравил действующего и всех бывших председателей МГЭИК, а также несколько тысяч ученых, которые неустанно работали на благо Группы, за достижение высоких результатов, благодаря которым МГЭИК была награждена Нобелевской премией мира за 2007 г. Затем он поздравил ВМО и ЮНЕП за их общее предложение создать МГЭИК и за последующие непрерывные усилия в поддержку ее работы.

На последовавшей затем пресс-конференции три важных представителя системы ООН ответили на многочисленные вопросы международных журналистов, касавшиеся изменения климата и связанной с этим политики. В частности, г-н Жарро говорил о необходимости активизации наблюдений и исследований, пользуясь тем, что сегодня проблема изменения климата признана всеми. Это связано с тем, что обществу требуется более подробная информация о предполагаемых последствиях на региональном и местном уровнях, чтобы можно было своевременно адаптироваться и принять ответные меры. Г-н Жарро также дал многочисленные интервью представителям прессы и тележурналистам, представлявшим, в частности, каналы телевизионных новостей Би-би-си.



Валенсия, Испания, ноябрь 2007 г. – (слева направо) М. Жарро, Генеральный секретарь ВМО; Раджендра Пачаури, председатель МГЭИК; Пан Гимун, Генеральный секретарь ООН; Ачим Стейнер, исполнительный директор ЮНЕП

Южная Африка

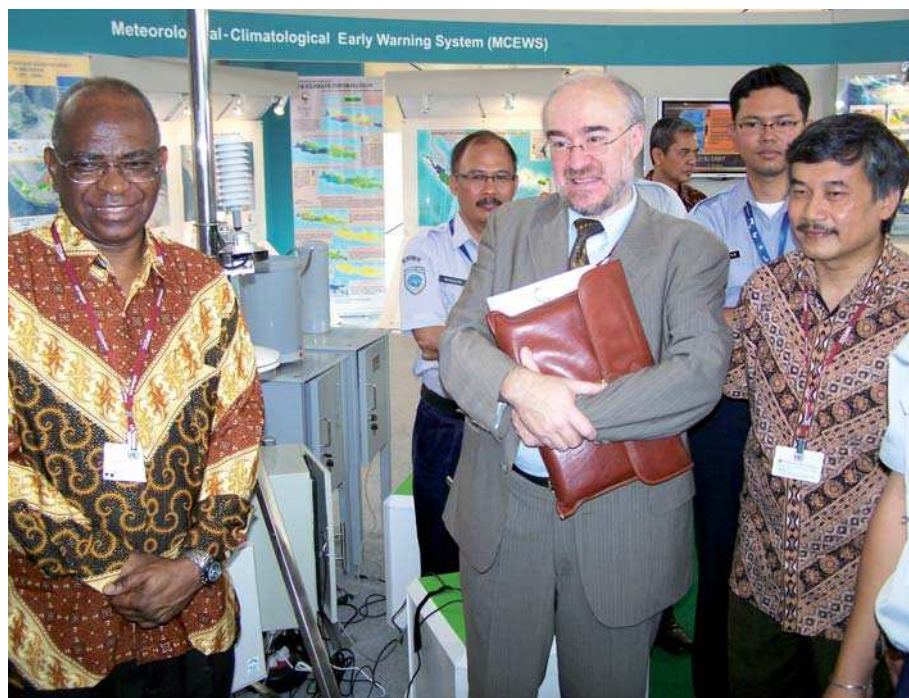
30 ноября 2007 г. Генеральный секретарь посетил Кейптаун для участия в Совещании на уровне министров по наблюдениям за Землей в целях устойчивого роста и развития. Он выступил с совместным заявлением от имени Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН, Программы ООН по окружающей среде, ЮНЕСКО, включая Межправительственную океанографическую комиссию, и ВМО. В совместном заявлении приветствуется намерение включить в систему ООН управление Глобальной системой систем по на-

блюдению за Землей (ГЕОСС), что позволит повысить эффективность различных систем наблюдения, финансируемых организациями ООН и негосударственным Международным советом по науке. В Декларации министров отмечается, что ГЕОСС может внести важный вклад, сотрудничая с организациями системы ООН.

На Совещании, которое стало первым событием такого рода с момента создания Группы по наблюдениям за Землей (ГЕО), обсуждались достижения ГЕОСС и подчеркивалась потребность в координированных, всесторонних и непрерывных наблюдениях. В сессии участвовали свыше 70 членов ГЕО и 40 организаций.

Германия

Генеральный секретарь посетил Берлин 3 декабря 2007 г. для участия в Конференции стран «Большой восьмерки» (G8), посвященной роли международной политики в безопасном обеспечении энергией и защите глобального климата. Пользуясь случаем, г-н Жарро выступил с речью по вопросу «Изменение климата: проблема глобальной безопасности», в которой отметил, что последствия изменения климата могут представлять серьезную угрозу



Генеральный секретарь в павильоне Индонезийского метеорологического и геофизического агентства во время 13-й сессии Конференции Сторон (КС-13) Рамочной конвенции ООН об изменении климата (Бали, Индонезия, 3–14 декабря 2007 г.)

для глобальной безопасности, в частности, из-за связанной с климатом деградации ресурсов пресной воды, сельского хозяйства и здоровья, а также из-за миграции населения и увеличения количества и интенсивности стихийных бедствий.

Норвегия

10 декабря 2007 г. Генеральный секретарь присутствовал на церемонии

вручения Нобелевской премии мира за 2007 г. Межправительственной группе экспертов по изменению климата (МГЭИК) и бывшему вице-президенту США Альберту Гору младшему. Г-н Жарро встретился с официальными представителями Министерства иностранных дел Норвегии и Министерства окружающей среды и международного развития. Он также посетил Норвежский метеорологический институт для обсуждения вопросов международного сотрудничества.

Индонезия

В период с 13 по 15 декабря 2007 г. Генеральный секретарь находился на Бали для участия в 13-й сессии Конференции Сторон (КС-13) Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК). Он принял участие в пресс-конференции ВМО вместе с президентом ВМО Александром Бедрицким и встретился с постоянными представителями стран-членов ВМО и высшими официальными лицами, которые прибыли на Бали для участия в КС-13 и Третьем совещании Сторон Киотского протокола.



Осло, Норвегия, 10 декабря 2007 г. – Генеральный секретарь с бывшими и действующими экспертами, участвующими в Межправительственной группе экспертов по изменению климата (МГЭИК) и членами Секретариата МГЭИК, расположенного в здании ВМО

Вопросы персонала

Назначения



Франсиско Виллапландо Ибарра 1 октября 2007 г. назначен старшим руководителем Программы Бюро мобилизации ресурсов Департамента по сотрудничеству в целях развития региональной деятельности.



Виктор А. Симанго 15 октября 2007 г. назначен старшим руководителем Программы Бюро по делам наименее развитых стран и региональной координации Департамента по сотрудничеству в целях развития региональной деятельности.



Лиза М. Ялканен 21 ноября 2007 г. назначена начальником Отдела окружающей среды Департамента Программы по атмосферным исследованиям и окружающей среде.



Изабель Руеди 20 декабря 2007 г. назначена старшим научным сотрудником Отдела систем наблюдений Департамента Всемирной службы погоды.



Таенг Пенг 27 сентября 2007 г. назначен научным сотрудником Отдела Программы по тропическим циклонам Департамента Программы по применениям.



Стефен Нджоро 1 октября 2007 г. назначен представителем ВМО в странах Восточной и Южной Африки (Найроби) Регионального бюро для стран Африки Департамента по сотрудничеству в целях развития региональной деятельности.



Алексия Массаканд 19 декабря 2007 г. назначена координатором Рабочего плана в Секретариат Группы по наблюдениям за Землей.



Джакомо Теруджи 5 ноября 2007 г. назначен младшим сотрудником Департамента по гидрологии и водным ресурсам.



Тереза Алькобер 1 октября 2007 г. назначена помощником по административным вопросам Департамента Программы по атмосферным исследованиям и окружающей среде.



Вили Перигнон 12 ноября 2007 г. назначен помощником в Группу по начислению зарплаты и пособий Отдела людских ресурсов Департамента по управлению ресурсами.



Мириам Оудин 17 октября 2007 г. назначена помощником бухгалтера (кредиторская задолженность) Финансового отдела Департамента по управлению ресурсами.



Карин Паратиан 1 ноября 2007 г. назначена помощником бухгалтера (казначейство) Финансового отдела Департамента по управлению ресурсами.

Повышения

Оскар Аранго Ботеро с 1 июня 2007 г. – Представитель ВМО в Северной Америке, Центральной Америке и Карибском бассейне (Коста-Рика).

Дусан Хрчек с 1 июня 2007 г. – Представитель ВМО в Европе.

Генри Тайки с 1 июня 2007 г. – сотрудник Программы Бюро ВМО для юго-западной части Тихого океана (Самоа).

Доналд Хинсман с 19 декабря 2007 г. – директор Департамента Всемирной службы погоды.

Повторные назначения

Патрисия Геддес, бывший руководитель Группы по формированию и развитию персонала, 1 октября 2007 г. назначена руководителем Группы по управлению контрактами и компенсационными выплатами.

Алекс Уголини, бывший редактор Департамента лингвистического обслуживания и подготовки публикаций, 1 октября 2007 г. назначен руководителем Группы по формированию и развитию персонала Отдела людских ресурсов Департамента по управлению ресурсами.

Отставки

Петтери Талас ушел на пенсию с поста директора Департамента по сотрудничеству в целях развития

региональной деятельности
30 октября 2007 г.

Жан Лиу ушел на пенсию с поста заместителя секретаря Межправительственной группы экспертов по изменению климата 30 ноября 2007 г.

Анн Хендерсон-Селлерс ушла на пенсию с поста директора Департамента Всемирной программы исследований климата 31 декабря 2007 г.

Руурдтдже Бужуа ушел на пенсию с поста помощника по административным вопросам Секретариата Межправительственной группы экспертов по изменению климата 31 декабря 2007 г.

Мари-Клод Мермиллод ушла на пенсию с поста помощника по административным вопросам Департамента Программы по атмосферным исследованиям и окружающей среде 30 сентября 2007 г.

Александр Дени ушел на пенсию с поста помощника по оформлению командирований Бюро по закупкам и оформлению командирований 12 октября 2007 г.

Юбилей

Энн Салини, помощник по административным вопросам Департамента Всемирной программы исследований климата, 24 октября 2007 г. отметила 30-летний юбилей своей службы.

Жан-Мишель Райнер, начальник Отдела информационных систем и обслуживания Департамента Всемирной службы погоды, 1 сентября 2007 г. отметил 25-летний юбилей своей службы.

Леонила Алгре, помощник по административным вопросам Департамента по образованию и подготовке кадров, 13 сентября

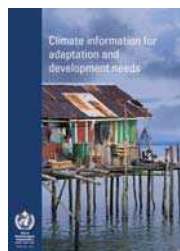
2007 г. отметила 25-летний юбилей своей службы.

Валери Детеммерман, старший научный сотрудник Департамента Всемирной программы исследований климата, 7 декабря 2007 г. отметила 20-летний юбилей своей службы.

Последние публикации ВМО

Климатическая информация для целей адаптации и развития (ВМО-№ 1025)

[E]
2007 г.; 42 с.
ISBN: 92-63-11025-5
Цена: 20 шв.фр.



Пятнадцатый Всемирный метеорологический конгресс (ВМО-№ 1026)

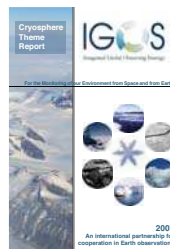
2007 г.; CD-ROM
[A-C-E-F-R-S]
ISBN: 92-63-11026-3
Цена: 16 шв.фр.

59-я Сессия Исполнительного совета (2007 г.) – Краткий заключительный отчет с резолюциями (ВМО-№ 1027)

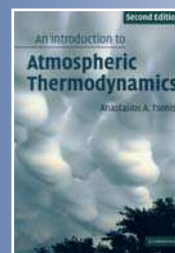
2007 г.; CD-ROM
[A-C-E-F-R-S]
ISBN: 92-63-11027-1
Цена: 16 шв.фр.

Тематический отчет о криосфере – Мониторинг окружающей среды из космоса и с поверхности Земли (ВМО/ТД-1405)

2007 г.; x + 100 с.
[E]
Цена: 30 шв.фр.



Новые поступления



An Introduction to Atmospheric Thermodynamics (Введение в термодинамику атмосферы)

Anastasios A. Tsonis
University Press (2007).
ISBN 978-0-521-69628-9.
x + 188 pp.
Price: £ 29.99/US\$ 55

В новом издании книги читатель знакомится с основами предмета. Вступительные главы содержат определения, а также математические и физические пояснения. В книге обсуждаются вопросы, имеющие отношение к атмосферным процессам, включая свойства влажного воздуха и устойчивость атмосферы. В конце книги приводится краткое описание проблемы прогнозирования погоды в свете термодинамики. Каждая глава содержит практические примеры и упражнения, причем ответы к упражнениям преподаватель может найти на защищенном паролем Web-сайте www.cambridge.org/9780521796767.

Календарь

Дата	Название	Место
14–25 января	Обучение оперативному прогнозированию тропических циклонов в РЦМС по тропическим циклонам – Нью-Дели	Нью-Дели, Индия
14–16 января	Совещание научного комитета ГЕО по сети наблюдений за биоразнообразием (B1-97-01)	Женева
15–16 января	Консультативное совещание ВМО для обсуждения политики по спутниковым вопросам на высоком уровне – восьмая сессия	Новый Орлеан, США
16 (после полудня)– 18 января	Пятьдесят девятая сессия Бюро ВМО	Новый Орлеан, США
21–22 января	Межкомиссионное техническое совещание ККл/КОС по назначению региональных климатических центров (РКЦ)	Женева
28–30 января	Совещание по осуществлению стратегии для Центральной Америки и Карибского бассейна (исполнение решений Совещания по разработке плана действий ГСНК для Центральной Америки и Карибского бассейна)	Белиз, Белиз
28–30 января	Группа управления Комиссии по приборам и методам наблюдений – пятая сессия (ГУ КПМН-5)	Женева
28–31 января	Объединенное совещание Консультативной научной группы по химии осадков (КНГ ХО) и проекта АКСЕНТ (при частичной поддержке ВМО)	Лас-Вегас, Невада, США
4–6 февраля	Первое совещание Международного организационного комитета ВКК-3	Женева
11–15 февраля	Консультативная рабочая группа КГи – третья сессия	Женева
18–20 февраля	Совещание президентов технических комиссий 2008 г.	Женева
26–28 февраля	Совещание по инициированию создания опорной аэрологической сети ГСНК (ГРУАН)	Линденберг, Германия
27–29 февраля	Первая сессия рабочей ИС по стратегическому планированию ВМО (РГ-СП)	Женева
3–7 марта	Учебный курс по управлению климатическими рисками в сельском хозяйстве	Бразилия, Бразилия
7–19 апреля	Практический семинар по прогнозированию ураганов и предупреждению о них и по метеорологическому обслуживанию населения	Майями, США
21–25 апреля	Группа экспертов ГСНК/ВПИК по атмосферным наблюдениям в интересах изучения климата – 14 сессия (ГЭАНК-XIV)	Женева
5–9 мая	ОГПО-КСН КОС: пятая сессия Группы экспертов по потребностям в данных с автоматических метеорологических станций (ГЭ-АМС-5)	Женева
6–8 мая	Четвертый Международный симпозиум по защите от наводнений – МСЗВ4	Вестин Харбор Касл, Торонто, Канада
12–16 мая	Совещание Группы по координации осуществления ОГПО-МОН КОС	Шанхай, Китай
11–13 июня	Совещание Группы управления КСxМ	Обнинск, Российская Федерация

Всемирная Метеорологическая Организация

ВМО является специализированным учреждением ООН. Цели ВМО:

- Облегчать всемирное сотрудничество в создании сети станций, производящих метеорологические наблюдения, а также гидрологические и другие геофизические наблюдения, относящиеся к метеорологии, и способствовать созданию и поддержанию центров, в обязанности которых входит обеспечение метеорологических и других видов обслуживания.
- Содействовать созданию и поддержанию систем быстрого обмена метеорологической и другой соответствующей информацией.
- Содействовать стандартизации метеорологических и других соответствующих наблюдений и обеспечивать единообразное издание данных наблюдений и статистических данных.
- Содействовать дальнейшему применению метеорологии в авиации, судоходстве, при решении водных проблем, в сельском хозяйстве и в других областях деятельности человека.
- Содействовать деятельности в области оперативной гидрологии и дальнейшему тесному сотрудничеству между метеорологическими и гидрологическими службами.
- Поощрять научно-исследовательскую работу и работу по подготовке кадров в области метеорологии и в соответствии с необходимостью в других смежных областях, а также содействовать координации международных аспектов такой деятельности по проведению научных исследований и подготовке кадров.

Всемирный Метеорологический Конгресс

является высшим конституционным органом Организации. Он созывается раз в четыре года для определения общей политики в достижении целей Организации.

Исполнительный Совет

состоит из 37 директоров национальных метеорологических или гидроме-

теорологических служб, выступающих в индивидуальном качестве; он создается не реже одного раза в год для руководства выполнением программ, утвержденных Конгрессом.

Шесть региональных ассоциаций,

каждая из которых состоит из стран-членов, имеющих своей задачей координацию деятельности в области метеорологии и других связанных с ней областях в пределах соответствующих географических районов.

Восемь технических комиссий,

состоящих из экспертов, назначенных странами-членами, ответственны за изучение метеорологических и гидрологических оперативных систем, применения и исследования.

Исполнительный Совет

Президент

А.И. Бедрицкий
(Российская Федерация)

Первый вице-президент

А.М. Нуриан
(Исламская Республика Иран)

Второй вице-президент

Т.В. Сазерлэнд
(Британские Карибские территории)

Третий вице-президент

А.Д. Моура (Бразилия)

Члены Исполнительного Совета

(президенты региональных ассоциаций)

Африка (Регион I)

М.Л. Бах (Гвинея)

Азия (Регион II)

А.М.Х. Иса (Бахрейн)

Южная Америка (Регион III)

Р.Х. Виньяс Гарсиа (Венесуэла)

Северная и Центральная Америка (Регион IV)

С.Фуллер (Белиз)

Юго-Запад Тихого океана (Регион V)

А.Нгари (Острова Кука)

Европа (Регион VI)

В.К.Керлебер-Бурк (Швейцария)

Избранные члены Исполнительного Совета

М.А. Аббас	Египет
О.М.Л. Бехир	Мавритания
Р.К. Бхатия	Индия
П.-Е. Бич	Франция
Й. Будху	Маврикий
С.А. Букхари	Саудовская Аравия
Ф. Кадарсо Гонзалес	Испания
М. Капалдо	Италия
Х.Х. Циापpezони	Аргентина
У. Гамарра Молина	Перу
Д. Граймс	Канада
С.У.Б. Харийоно (г-жа)	Индонезия
Т. Хираки	Япония
В. Куш	Германия
М.-К. Ли	Республика Корея
Г.Б. Лав	Австралия
Л. Макулени (г-жа)	Южная Африка
Дж. Митчелл	Соединенное Королевство
Дж.Р. Мукабана	Кения
М. Остойски	Польша
П. Платан	Финляндия
М.М. Розенгаус Москински	Мексика
Ф. Уйраб	Намибия
К.С. Йап	Малайзия
Г. Женг	Китай

(две вакансии)

Президенты технических комиссий

Авиационная метеорология

К. Маклеод

Сельскохозяйственная метеорология

Дж. Сэлинджер

Атмосферные науки

М.Беланд

Основные системы

А.И. Гусев

Климатология

П.Бессемоулин

Гидрология

Б.Стюарт

Приборы и методы наблюдений

Дж. Нэш

Океанография и морская метеорология

П. Декстер и Дж.-Л. Феллоус

Члены Всемирной Метеорологической Организации

на 31 января 2008 г.



Государства (182)

Австралия	Зимбабве	Марокко	Соломоновы Острова
Австрия	Израиль	Мексика	Сомали
Азербайджан	Индия	Микронезия, Федеративные	Судан
Албания	Индонезия	Штаты	Суринам
Алжир	Иордания	Мозамбик	Сьерра-Леоне
Ангола	Ирак	Монако	Таджикистан
Антигуа и Барбуда	Ирландия	Монголия	Таиланд
Аргентина	Иран, Исламская	Мьянма	Того
Армения	Республика	Намибия	Тонга
Афганистан,	Исландия	Непал	Тринидад и Тобаго
Исламское Государство	Испания	Нигер	Тунис
Багамские острова	Италия	Нигерия	Туркменистан
Бангладеш	Йеменская Республика	Нидерланды	Турция
Барбадос	Кабо-Верде	Никарагуа	Уганда
Бахрейн	Казахстан	Ниуэ	Узбекистан
Беларусь	Камбоджа	Новая Зеландия	Украина
Белиз	Камерун	Норвегия	Уругвай
Бельгия	Канада	Объединенная Республика	Фиджи
Бенин	Катар	Танзания	Филиппины
Болгария	Кения	Объединенные Арабские	Финляндия
Боливия	Кипр	Эмираты	Франция
Босния и Герцеговина	Кирибати	Оман	Хорватия
Ботсвана	Китай	Острова Кука	Центральноафриканская
Бразилия	Колумбия	Пакистан	Республика
Бруней-Даруссалам	Коморские острова	Панама	Чад
Буркина Фасо	Конго	Папуа–Новая Гвинея	Черногория
Бурунди	Корейская Народно-	Парагвай	Чешская Республика
Бутан, бывшая Югославская	Демократическая	Перу	Чили
Республика Македония	Республика	Польша	Швейцария
Вануату	Коста-Рика	Португалия	Швеция
Венгрия	Кот-д’Ивуар	Республика Корея	Шри-Ланка
Венесуэла	Куба	Республика Молдова	Эквадор
Вьетнам	Кувейт	Российская Федерация	Эритрея
Габон	Кыргызстан	Руанда	Эстония
Гаити	Лаосская Народно-	Румыния	Эфиопия
Гамбия	Демократическая	Сальвадор	Южная Африка
Гайана	Республика	Самоа	Ямайка
Гана	Латвия	Сан-Томе и Принсипи	Япония
Гватемала	Лесото	Саудовская Аравия	
Гвинея	Либерия	Свазиленд	
Гвинея-Бисау	Ливан	Сейшельские острова	
Германия	Ливийская Арабская	Сенегал	
Гондурас	Джамахирия	Сент-Люсия	
Греция	Литва	Сербия	
Грузия	Люксембург	Сингапур	
Дания	Маврикий	Сирийская Арабская	
Демократическая Республика	Мавритания	Республика	
Конго	Мадагаскар	Словакия	
Джибути	Малави	Словения	
Доминика	Малайзия	Соединенное Королевство	
Доминиканская Республика	Мали	Великобритании и	
Египет	Мальдивские Острова	Северной Ирландии	
Замбия	Мальта	Соединенные Штаты Америки	

Территории (6)

Британские Карибские
территории
Гонконг, Китай
Макао, Китай
Нидерландские Антильские
острова и Аруба
Новая Каледония
Французская Полинезия

Ведет за собой метеорологию в Японии

***высокими технологиями, подкрепляемыми
японскими многовековыми традициями***

**Железные
дороги**



Авиация



**Морской
транспорт**



**Электро-
станции**



**Управление
дамбами**



**NEI Group обслуживает все системы.
(Метеорология и гидрология)**



Nippon Electric Instrument, Inc.

URL <http://www.nei.co.jp>

Group member: Ogasawara Keiki Co., Ltd.

Introduction

"PAWAN EXPORTS" offers a wide range of Meteorological Items required for collecting Weather data. Since the year 1968 "PAWAN" has been in this business and has emerged as a successful manufacturer / exporter from the Indian subcontinent. Today our products are very popular in the International Market and are exported to a number of countries all over the world. To name a few regions, these are Indian Ocean Islands, Pacific Ocean Islands, South East Asia, Middle East, Africa, Europe and America as well. We assure excellent quality, competitive prices and prompt deliveries.

Product Information

We offer following products

- (a) "PAWAN" Meteorological Balloons.
- (b) Meteorological Instruments.
- (c) Meteorological Consumables such as **SUNSHINE CARDS**, **VARIOUS RECORDING CHARTS** and **FIBRE TIP PENS**.

Product Range

(a) PAWAN METEOROLOGICAL BALLOONS :

The full range of Balloons manufactured by us is as follows :

Ceiling Balloons	: PR-30, PR-45
Pilot Balloons	: PR-30, PR-45, PR-100, PR-200, PR-300, PR-350
Sounding Balloons	: PR-200, PR-300, PR-350, PR-500, PR-600, PR-750, PR-850

(b) METEOROLOGICAL INSTRUMENTS :

Various Sensors like Raingauge, Temperature, Humidity, Solar, Pressure etc. along with Automatic Weather Stations (i.e. Dataloggers) from 4 channel to 32 channels.

(c) METEOROLOGICAL CONSUMABLES :

- Sunshine Cards
- Various types of Recording Charts
- Fibre Tip Pens
- Chinese Lanterns
- Rainfall Measuring Cylinders
- Parachutes

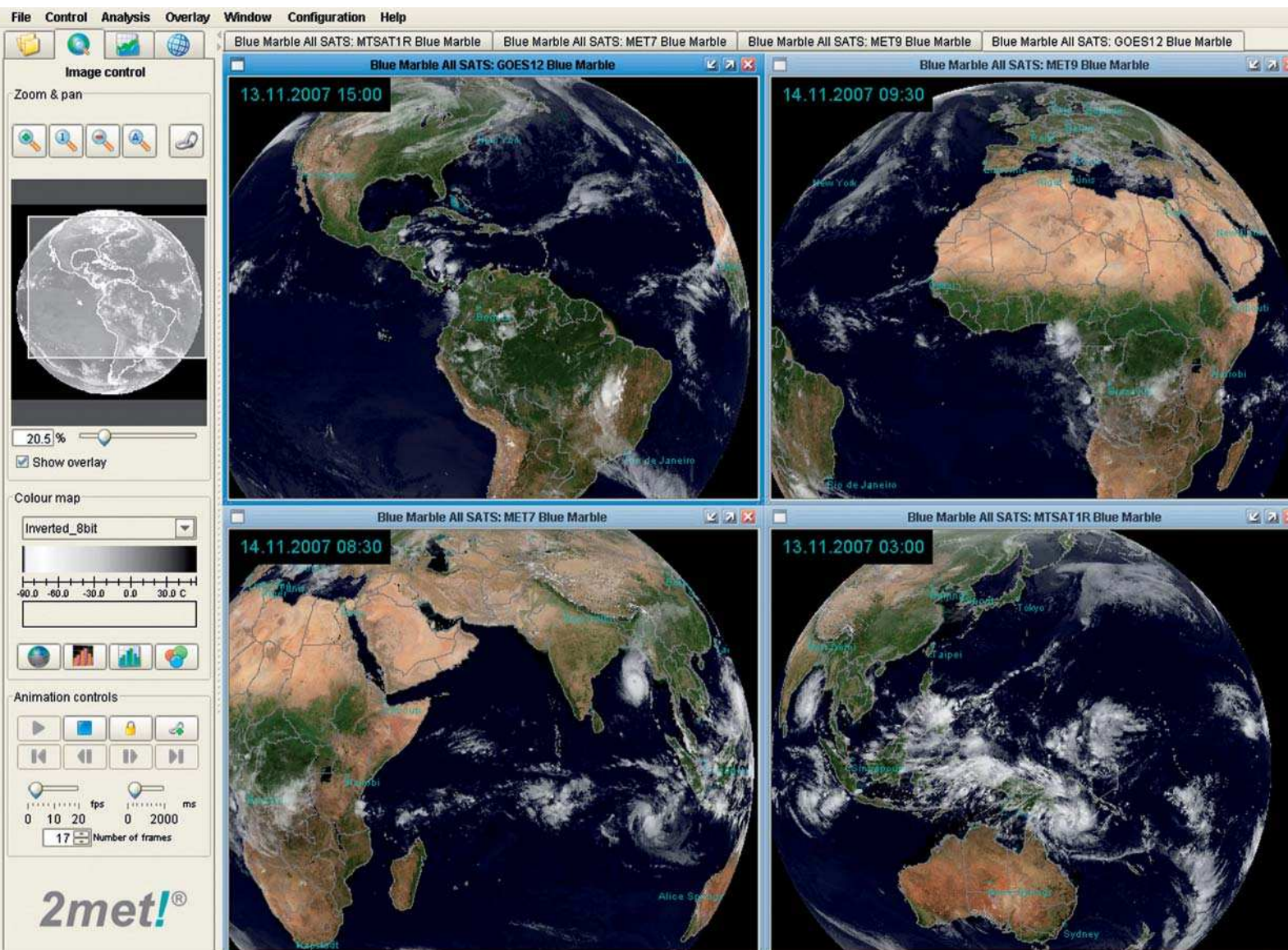


PAWAN EXPORTS

433/2, Pune - Nasik Road, Kasarwadi, Pune - 411 034, INDIA

Tel.: +91-20-27125019, 27125622 Fax : +91-20-25432199

E-mail : pawanrubber@vsnl.com Visit us at : www.pawanexport.com



GEONETCast and EUMETCast DVB User Stations

SpaceCom

VCS is a leading supplier of GEONETCast and EUMETCast DVB receiving stations based on the standard DVB multicast technology.

Currently, the EUMETCast dissemination system is providing a variety of data to the user community like HRIT, LRIT, RSS, HRI, IODC, DCP, MDD, EARS, DWDSAT, SAF and MODIS products. The GEONETCast concept is to use the multicast capability of a global network of communications satellites to transmit environmental satellite and in situ data and products from providers to users within the GEO community.

Based on the well-known **2met!**® concept, our systems are ready to work with all data disseminated by the GEONETCast and EUMETCast dissemination systems.

Please ask us for your solution

by emailing spacecom.sales@vcs.de or by calling +49 234 9258-112

VCS Aktiengesellschaft · Borgmannstrasse 2 · 44894 Bochum · Germany · www.vcs.de

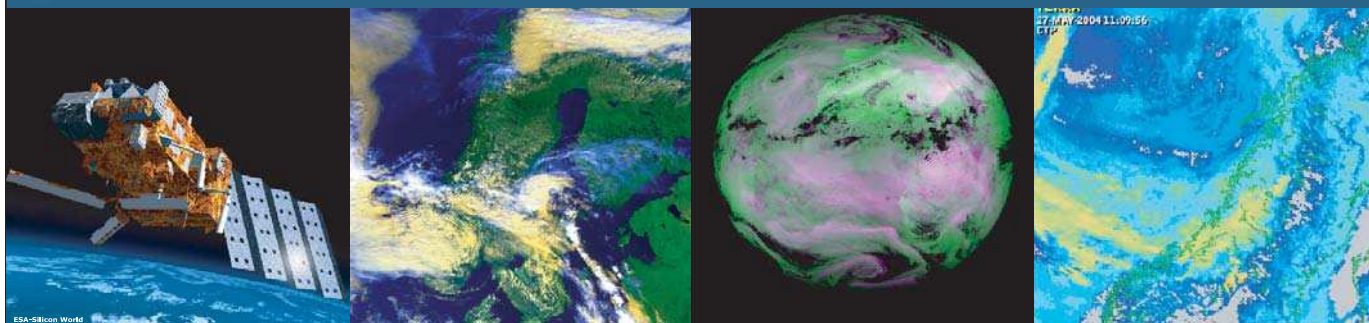




KONGSBERG

MEOS™ Multi-Mission Earth Observation System

Kongsberg Spacetec handles the entire chain from antenna to end-user.



Kongsberg Spacetec is a leading supplier of ground stations for data acquisition from Earth observation satellites and production of value added applications.

MEOS™ POLAR

METOP HRPT

NOAA HRPT

Sea Star

FY-1

TERRA and AQUA DB



MEOS™ GEOSTATIONARY

GOES

MSG

MTSAT

Kongsberg Spacetec is recommended by EUMETSAT/WMO to provide MSG Receiving Stations to Eastern and Central European countries.

Our METOP System is based on our Reference User Station for the EUMETSAT Polar System Core Ground Segment.

www.spacetec.no

WORLD CLASS - *through people, technology and dedication*

Новаторское решение в метеорологии



Компания «Бэрон Сервисез» – мировой лидер в метеорологических новшествах. Наши комплексные решения позволяют клиентам компании по всему миру повышать безопасность населения и уровень осведомленности о погоде благодаря внедрению технических новшеств. Это позволяет нам быть лидерами в своей области деятельности – лидерами, опережающими время.

Самый современный доплеровский радиолокатор

Мы конструируем и производим оснащенные новейшей системой обработки сигнала радиолокационные датчики мирового класса С диапазона, S диапазона и X диапазона. Данные о гидрометеорах поступают с высочайшей степенью детализации и точности с радиолокационных датчиков компании «Бэрон» на интерактивный дисплей.

Технология двойной поляризации

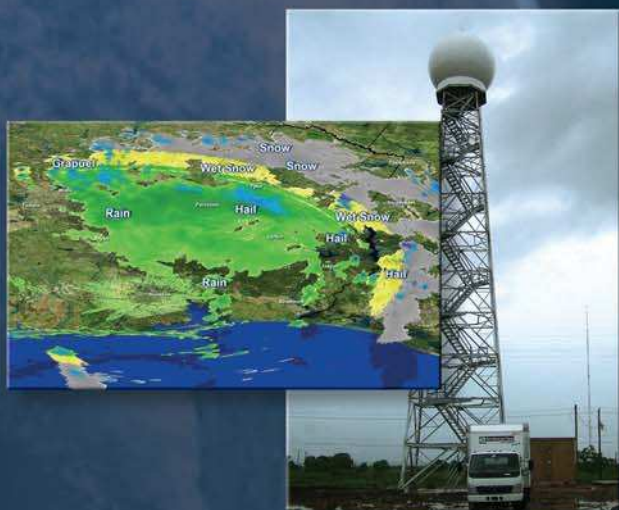
Пример последнего новшества компании «Бэрон»: компании «Бэрон Сервисез» и «Л-3 Коммюникейшенз» недавно получили зонтичный контракт «Скаут 24» на сумму в 43 млн долл. США от Национальной метеорологической службы США на модернизацию 171 объекта NEXRAD в целях обеспечения поддержки двойной поляриметрии. Такая передовая технология внедряется в каждую производимую нами радиолокационную систему.

Интеграция систем

Наши полностью интегрированные, законченные решения являются наиболее всеобъемлющими на рынке и включают двух- или трехмерную графику и изображение гидрометеоров в реальном масштабе времени, передовое прогностическое моделирование, датчики молний и удаленной погоды.

Передовое прогностическое моделирование

Локализованные 96-часовые прогнозы ветра, осадков, облачного покрова, влажности и других параметров легко доступны через VIPIR® – наш мощный дисплей трехмерной графики. Наши прогностические модели, выпускаемые четыре раза в день с высоким разрешением, уже продемонстрировали свою исключительную степень точности.




BARON
SERVICES
www.baronservices.com

4930 Research Drive
Huntsville, Alabama 35805

256-881-8811 Phone
256-881-8283 Fax

international-sales@baronservices.com

HIGH QUALITY SCIENTIFIC INSTRUMENTATION

*Kipp & Zonen are Leaders in
Measurement of Solar Radiation
and Atmospheric Properties*

Sun Trackers
Pyranometers
Pyrgeometers
Pyrheliometers
Net Radiometers
UV Radiometers
Sunshine Duration
Dedicated Data Loggers
BSRN Monitoring System
Microwave Temperature Profilers
Large Aperture Scintillometers
Sun Photometers
LIDAR systems

www.kippzonen.com

KNOWLEDGE

INNOVATION

PASSION

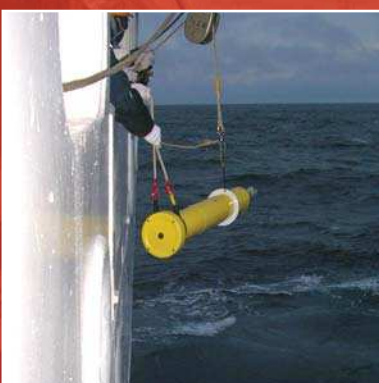
PERFORMANCE

Kipp & Zonen BV

Delftechpark 36, 2628 XH Delft
P.O. Box 507 2600 AM Delft
The Netherlands

T +31 (0)15 2755 210
F +31 (0)15 2620 351
E info@kippzonen.com





World Meteorological Organization

7bis, avenue de la Paix - Case postale 2300 - CH 1211 Geneva 2 - Switzerland

Tel.: +41 (0) 22 730 81 11 - Fax: +41 (0) 22 730 81 81

E-mail: wmo@wmo.int - Website: www.wmo.int