



Всемирная
Метеорологическая
Организация

Погода • Климат • Вода

Том 55 (3) - Июль 2006

Бюллетень

Тематические статьи | Интервью | Новости | Книжное обозрение | Календарь

www.wmo.int

Паводки и устойчивое развитие

Интервью с Ли Гоином	158
Комплексное регулирование паводков	174
О возможности глобального прогнозирования паводков	185
Наследие ВМО для XXI века: метеорология как модель для человечества	191



Изменения климата и наводнения	170
-----------------------------------	-----

Устойчивое развитие с помощью комплексного регулирования паводков	164
--	-----

Прогнозирование паводков	179
-----------------------------	-----

Наша задача состоит в том, чтобы
снизить смертность людей, связанную
с губительным воздействием воды. Мы
можем и должны уменьшить количество
бедствий и снизить степень их воздействия
за счет создания сообществ, способных
противостоять опасности...

Кофи Аннан, Генеральный секретарь (8 октября 2003 г.)

Бюллетень

Официальный журнал
Всемирной Метеорологической
Организации

Том 55 (3) - Июль 2006 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)
Р. Де Гузман (стратегическое планирование)
И. Драгичи (образование и подготовка кадров)
М. Голнараги (стихийные бедствия)
Дж.Хейес (основные системы)
А. Хендерсон-Шеллерс (исследования климата)
Д. Хинсман (спутники)
Г. Корчев (применения)
З. Лей (атмосферные исследования и окружающая среда)
Е. Манаенкова (политика, международные связи)
Б. Ниензи (климат)
П. Талас (повышение потенциала и развитие, региональные программы)
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

Подписанные 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. Перепечатка материалов из неподписанных (или подписанных инициалами) статей разрешается при условии ссылки на Бюллетень ВМО. По вопросам перепечатки подписанных статей (целиком или выдержек из них) обращаться к редактору Бюллетеня ВМО.

Содержание

В этом номере	156
Интервью с Ли Гоином	158
Устойчивое развитие с помощью комплексного регулирования паводков, Виджай К. Матур и Секретариат ВМО	164
Изменения климата и наводнения, Збигнев В. Кундзевич	170
Комплексное регулирование паводков: некоторые проблемы окружающей среды, Статья подготовлена Ассоциированной программой по регулированию паводков (Секретариат ВМО)	174
Прогнозирование паводков, Карлос Е.М. Туччи и Вальтер Коллишонн	179
О возможности глобального прогнозирования паводков, Д. П. Леттенмайер, А. де Роо и Р. Лофорд	185
Наследие ВМО для XXI века: метеорология как модель для человечества, Джон У.Зиллман	191
Исследование в поддержку усовершенствованных прогнозов и предупреждений о тропических циклонах, выходящих на сушу, Рассел Л. Элсберри	200
Всемирная программа исследований климата: история, У.Лоренс Гейтс, Роджер Л. Ньюсон	210
50 лет назад	217
Последние публикации.	219
Некролог	222
Новости Секретариата ВМО	223
Календарь.	227
Всемирная Метеорологическая Организация	228

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>).

Бюллетень ВМО

Communication and Public Affairs

World Meteorological Organization (WMO)

7bis, avenue de la Paix

Case postale No. 2300

CH-1211 Geneva 2, Switzerland

Тел.: + 41 22 730 84 78

Факс: + 41 22 730 80 24

E-mail: jtorres@wmo.int

В этом номере

Уменьшение последствий бедствий, борьба с бедностью и устойчивое развитие неразрывно связаны между собой. Растущие потери от стихийных бедствий, в особенности от паводков, за прошедшие полвека выдвинули на первый план необходимость учета потенциальной опасности таких бедствий.

Регулирование паводков традиционно является сложной проблемой. В своем интервью Ли Гоин рассказывает о том, как деятельность по регулированию паводков поддерживает процесс развития в Китае. Причина того, что люди подвергают свою жизнь опасности, проживая в районах, не защищенных от паводков, кроется в том, что паводки также имеют много положительных сторон. Во всем мире люди не хотят, а в некоторых случаях и не могут покинуть опасные районы. Важно понять взаимосвязь между паводками, процессом развития и бедностью, чтобы определить, каким образом может повыситься степень уязвимости и опасности. Необходимо найти способы устойчивого проживания и развития в зонах затопления, даже если существует значительная опасность для жизни и имущества.

В статье «Устойчивое развитие с помощью комплексного регулирования паводков» В.К. Матур и со-

авторы кратко излагают эти вопросы и показывают перспективы развития. Крупномасштабная урбанизация, не соответствующая требованиям сети городской ливневой канализации, а также дорожные и железнодорожные насыпи в низменных и прибрежных районах могут затруднять прохождение паводкового стока и ухудшать паводковые условия в районах, находящихся вверх и вниз по течению. Поэтому деятельность, связанную с развитием, необходимо координировать так, чтобы не усугублять степень опасности. Метод комплексного регулирования паводков поддерживает равновесие между структурными и неструктурными мероприятиями. Авторы подчеркивают необходимость перехода от важных структурных решений к инновационным мероприятиям в области регулирования паводков, а также к неструктурным мероприятиям, таким как регулирование землепользования, разработка схем компенсации и страхования и более широкое участие местных сообществ в деятельности по предотвращению и подготовке к паводкам.

С ростом населения все больше людей вынуждены занимать незаселенные до сего времени районы, подверженные воздействию опасных явлений. Неотъемлемой час-

тью планирования развития является адекватная оценка опасности паводков, составленная по картам опасных районов. Такие карты могут быть адаптированы для операций по спасению и оказанию помощи, а также для стратегий развития. Кроме того, необходимо обучить население пользоваться этими картами.

По данным МГЭИК, в XX веке не отмечено изменений частоты и интенсивности тропических циклонов. Предполагается, однако, что количество осадков на средних и высоких широтах Северного полушария увеличилось на 10 % главным образом за счет экстремальных погодных явлений. МГЭИК также отмечает необходимость учета следующих факторов при оценке влияния таких изменений: рост населения и благосостояния, демографические сдвиги и изменение землепользования. Увеличение количества пострадавших связано с ростом населения, тогда как увеличение экономических потерь обусловлено ростом благосостояния. В статье «Изменение климата и наводнения» Збигнев Кундзевич тщательно анализирует научные данные этой проблемы и подтверждает наличие многих неясностей при определении влияния изменения климата на частоту наводнений.

Функционирование речного бассейна в целом регулируется природой и степенью взаимного обмена между сушей и водой. Вырубка леса и эрозия почвы в сочетании с насыщенным грунтом могут вызывать оползни, сели и другие опасные для жилья человека явления. В то же время вмешательства, связанные с регулированием паводков, могут пагубно влиять на речные экосистемы, например появление заболоченных земель в пойменной зоне. Паводки также могут вызвать большие изменения в морфологии реки, мобилизовать питательные и загрязняющие вещества в почве, способствовать утечке других загрязняющих веществ из хранилища и поступлению сточных вод в реку. В статье «Комплексное регулирование паводков: некоторые проблемы окружающей среды» поддерживается комплексный подход к регулированию паводков в рамках комплексной стратегии управления водными ресурсами.

Наиболее важным элементом деятельности, связанной со стратегией снижения потерь от паводков, является готовность к реагированию на чрезвычайные ситуации. Система реагирования, предупреждения и прогнозирования паводков является важным элементом комплексного регулирования

паводков. Выгоды от реагирования, предупреждения и прогнозирования паводков вполне очевидны. Карлос Туччи и Вальтер Коллишонн описывают систему прогнозирования паводков для бассейна Уругвая. Система оперативного обеспечения прогнозами и предупреждениями является неотъемлемой частью комплексной системы прогнозирования паводков. Информационные технологии в виде телевидения, Интернета и мобильных телефонов расширяют возможности прогнозистов. В статье также рассматриваются возможности новых технологий в области спутников, коммуникации, метеорологического прогнозирования и вычислительных наук, которые позволяют использовать численный прогноз погоды при прогнозировании паводков.

Дальнейшему изучению этой проблемы посвящена статья Д.П. Леттенмайера, А. Де Роо и Р. Лофорда «О возможности глобального прогнозирования паводков». Они представили пример возможного использования системы глобального прогнозирования паводков, который в случае осуществления мог бы принести огромную пользу странам, которым грозит опасность паводков и которые не имеют системы предупреждения и мониторинга паводков.

Надеемся, что этот номер Бюллетеня на тему «Паводки и устойчивое развитие» внесет весомый вклад во всестороннее понимание вопросов регулирования паводков и поможет всем заинтересованным сторонам, особенно национальным гидрологическим и метеорологическим службам, успешно выполнять предписанные им функции.

Еще одной заметной статьей в этом по-новому оформленном номере Бюллетеня ВМО является выступление Джона У. Зиллмана, бывшего президента ВМО, по случаю вручения ему 50-й премии ММО в мае 2006 г. Он оглядывается назад, когда в течение многих лет сотрудничал с ВМО, и смотрит вперед, рассказывая о перспективах международного метеорологического сотрудничества в XXI веке.

За выступлением Зиллмана следует статья Рассела Элсберри «Исследование в поддержку усовершенствованных прогнозов и предупреждений о тропических циклонах, выходящих на сушу», а затем – история Всемирной программы исследований климата Лэрри Гейтса и Роджера Ньюсона.

Интервью с Ли Гоином



Ли Гоин

Китай потерял миллионы жизней из-за паводков и засух. Несмотря на то, что в последнее десятилетие наблюдались паводки такой же силы, что и раньше, количество жертв было сравнительно невысоким. Какие меры были приняты, чтобы справиться с этими экстремальными явлениями?

Мы приняли в отношении регулирования паводков подход, который объединяет структурные и неструктурные меры и уравнивает потребности людей с необходимостью охраны окружающей среды. С помощью этого комплексного подхода стали возможными социально-экономическое развитие и эффективное предотвращение опасности стихийных бедствий. Для повышения контроля за паводками и создания возможности управления засухами построены защитные дамбы, водохранилища и зоны аккумуляции паводков. Структурная система контроля паводков в Китае характеризуется тем, что пропуск-

ная способность больших рек рассчитана на максимальные паводки, регистрируемые с 1950-х годов, а пропускная способность малых рек – на паводки с повторяемостью один раз в 5–10 лет.

Оптимизация неструктурных мер регулирования паводков достигнута главным образом посредством разработки и применения систем прогнозирования паводков и предупреждения о них, введения в действие соответствующих законов, нормативных положений, политических мер и экономических подхо-

Ли Гоин родился в 1964 г. в г. Южоу, провинция Хэнань.

В 1984 г. он закончил Северо-китайский институт охраны вод и гидроэнергетики и начал работать инженером в Комиссии по сохранению реки Хуанхэ (КСРХ). С мая 2001 г. он является председателем КСРХ.

дов. Неструктурные меры касаются рационального использования русла реки, обеспечения зон аккумуляции паводка, перемещения людей из мест, подверженных паводкам, в более безопасные места и их эвакуации и спасения во время паводка. Таким образом, потенциальный риск паводка уменьшается до уровня, с которым общество и экономика могут справиться, а для экстремально крупных паводков разработаны системы защиты.

Такой подход повысил уровень информированности населения о мерах по предотвращению и уменьшению опасности бедствий, улучшил возможности реагирования на бедствие и способствовал вовлечению общественности в процесс регулирования паводков и управления ликвидацией последствий бедствия. Он позволил создать такую систему защиты людей, при использовании которой регулирование паводков и управление ликвидацией последствий бедствия соответствуют требованиям как общества, так и экономики.

Какие основные сдвиги произошли в недавнем прошлом в политике Китая в отношении паводков?

В последние годы министерство водных ресурсов Китая для обеспечения устойчивого социально-экономического развития перешло от традиционных к современным методам управления водными ресурсами. Изучены вопросы, касающиеся русел рек, озер, комплексных инженерных сооружений и зон аккумуляции паводков, систем ликвидации последствий бедствий, систем прогнозирования паводков и предупреждения о них, принципов управления связанными с паводками факторами риска. Основной акцент был сделан на укреплении слабых мест, рациональном использовании паводков и дождевых осадков, создании механизма регулирования паводков, непрерывном улучшении системы комплексного управления паводками и ликвидации последствий бедствий.

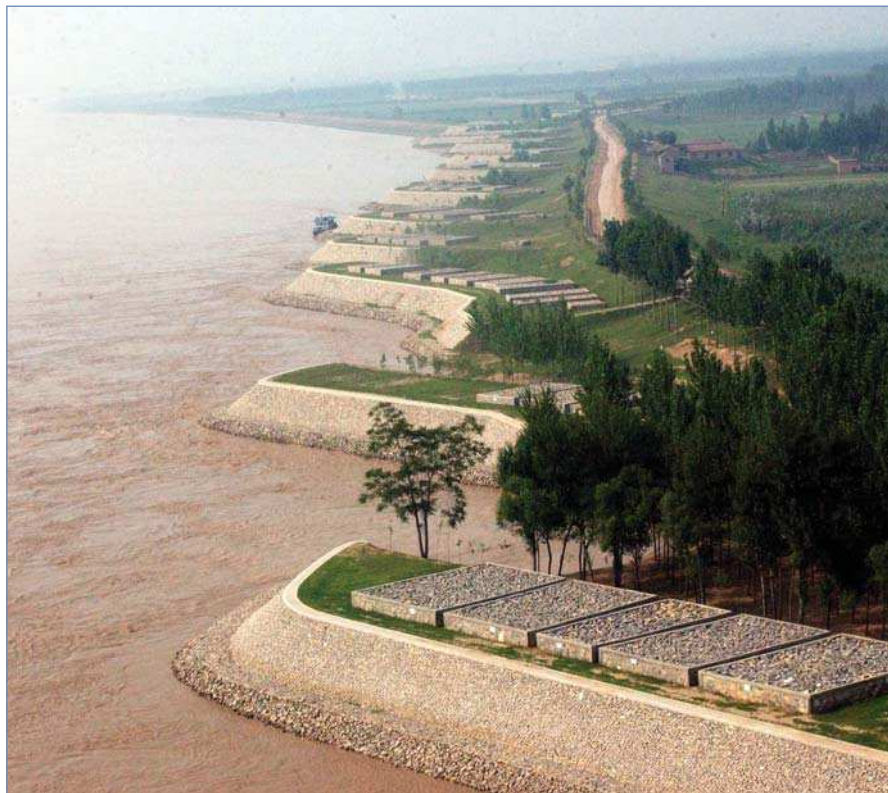


Фото: Чжань Занкоу

Дамбы в округе Ляншань

На основе изучения прошлого опыта и исчерпывающего анализа соответствующих проблем в Китае, помимо прочего, приняты: Закон о воде, Закон о регулировании паводков, Закон об охране почв и водных ресурсов. Новые стратегии, концепции и цели были объединены в рамках других законов для внесения ясности в отношении деятельности, связанной с развитием, использованием, сохранением и защитой водных ресурсов и предотвращением опасности бедствий. Эти механизмы позволили адаптировать социально-экономическую деятельность к правилам, связанным с паводками.

Как в бассейне реки Хуанхэ уравновешиваются риски, связанные с опасностью паводков, и устойчивое развитие? Как различные заинтересованные стороны участвуют в принятии решений?

С 1950-х годов в верхнем и среднем течении для решения проблем регулирования паводков и управления засухами создаются крупномасштабные компоненты инфраструктуры, такие как водохранилища. Это улучшило ирригацию, а также использование

воды для коммунальных и промышленных нужд. Наряду с мерами по предотвращению эрозии почв, были усилены защитные дамбы и инженерные сооружения. Благодаря средствам защиты реки Хуанхэ от паводков эффективно обеспечивается устойчивое развитие промышленности, сельского хозяйства и городов, расположенных по берегам реки.

Мы считаем, что река Хуанхэ принадлежит не только Китаю, но и всему миру.

При хозяйственном использовании реки Хуанхэ необходимо принимать во внимание интересы всех регионов и секторов. Все важные вопросы тщательно изучаются, и решения принимаются совместно с местными органами власти и населением. Сначала соответствующие властные подразделения совместно разрабатывают проект плана, а затем различным секторам экономики предлагается дать свои замечания. Только после этого план принимает окончательную форму и направляется на утверждение в соответствующий государственный департамент. Во время осуществления плана проходят

консультации с различными секторами по его дальнейшей доработке. Комиссия по сохранению реки Хуанхэ (КСРХ) совместно с властями провинций Шаньси, Шэньси, Хэнань и Шаньдун создали Главное управление по регулированию паводков и ликвидации последствий засух на реке Хуанхэ, возложив на него ответственность за нормативно-правовое регулирование и управление.

Учитывая быстрый рост экономики Китая, какие особые меры в рамках компетенции Комиссии по сохранению реки Хуанхэ следует предпринять?

Хуанхэ является источником жизненной силы Китая. В связи с быстрым социально-экономическим развитием в бассейне реки и прилегающих районах приходится сталкиваться с такими проблемами, как нехватка воды и ухудшение ее качества. КСРХ принимает меры в поддержку социально-экономического развития посредством устойчивого использования водных ресурсов.

В число указанных мер входят меры по охране водных ресурсов, предотвращению загрязнения и очистке воды. Для каждого этапа

процесса разработана система регулирования (осуществление процесса, обратная связь и принятие решений), которая учитывает взаимодействие между верхним и нижним бьефами и правым и левым берегами реки, а также проблемы, связанные с ирригацией, выработкой энергии и т.д. Кроме того, КСРХ усилила надзор и управление. Автоматические и дистанционные наблюдения и измерения привели к улучшению управления на всех уровнях.

Чтобы разрешить противоречие между запасами воды и потребностью в воде КСРХ разработала план

водопользования с учетом долгосрочной и среднесрочной модели соотношения между запасами воды и потребностью в воде и водных ресурсах, имеющихся на сегодняшний день. Для пользователей выпускаются ежегодные планы водопользования, чтобы сбалансировать потребности городов и секторов экономики и обеспечить достаточный уровень водоснабжения для приоритетных нужд в случае засухи. Комиссия также разработала практические нормативные акты по экономии воды, которые рекомендуют бытовым потребителям использовать соответствующие технологии и приборы для экономии воды, способствуют применению надлежащих сельскохозяйственных практик, регулируют промышленную структуру в бассейне реки, развивают промышленную экономию воды и создают ценовую систему, соответствующую рыночной экономике.

В плане долгосрочной перспективы будет принято комплексное управление водными ресурсами Хуанхэ, предполагающее рациональное использование грунтовых вод и переброску вод с юга на север.

Вы являетесь убежденным сторонником «поддержания реки Хуанхэ



Фото: Тань Хуа

Модель русла в нижнем течении реки Хуанхэ

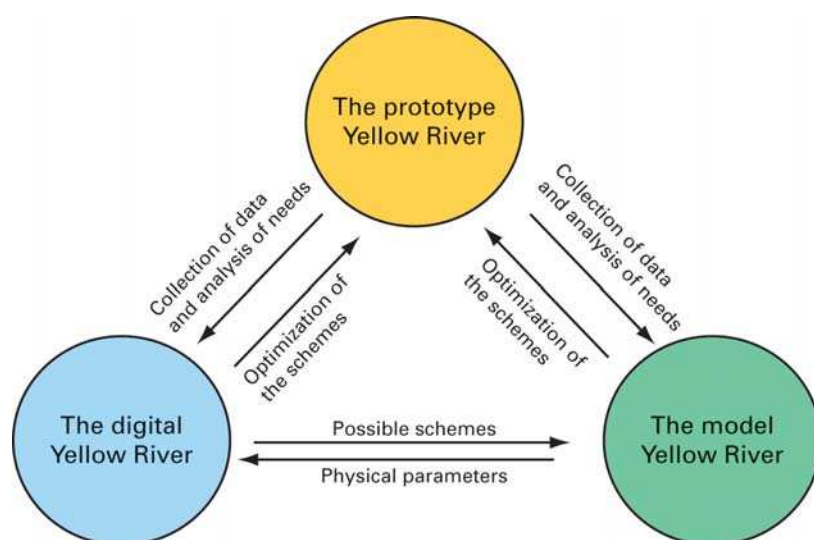
в здоровом состоянии». Принимая во внимание настоятельную необходимость социально-экономического развития, как можно достигнуть этого здорового состояния?

Обеспечение здорового состояния реки является основной целью хозяйственного использования Хуанхэ. Это включено в новую концепцию хозяйственного использования реки, в рамках которой имеются четыре задачи.

- Не допустить прорыва плотин.
- Не допустить высыхания русел рек.
- Не допустить ухудшения качества воды ниже определенного стандарта.

- Не допустить дальнейшего подъема ложа рек.

Для осуществления указанных подходов нам пришлось изучить и продемонстрировать воздействие каждой подробно разработанной схемы в контексте трех рек Хуанхэ: настоящей Хуанхэ, цифровой Хуанхэ и Хуанхэ, представленной в виде физической масштабированной модели. Совершенствуя систему этих трех Хуанхэ, мы можем обеспечить эффективные, экономически выгодные, безопасные и надежные методы и технологии. Для этого необходимо тесное сотрудничество между различными научными дисциплинами, а также между государственными организациями, такими как Китайская метеорологическая администрация, и различными образовательными и научно-исследовательскими учреждениями. Четыре задачи, девять подходов и три Хуанхэ тесно взаимосвязаны и эффективно дополняют друг друга. Они составляют первоначальную теоретическую основу для сохранения Хуанхэ в здоровом состоянии. Мы думаем, что через несколько лет появится обновленная, сильная и здоровая Хуанхэ, от которой китайский народ сможет получить оптимальную отдачу.



Взаимосвязи между «тремя Хуанхэ»

Соответствуют ли сегодняшние организационные механизмы и менталитет тому, чтобы должным образом использовать вклады разных научных дисциплин, необходимые для решения указанных проблем? Насколько важна правовая и организационная основа для воплощения планов в жизнь?

Сегодняшний механизм управления сложился в результате длительного развития. КСРХ непосредственно управляет ключевыми участками реки, а местные органы власти отвечают за хозяйственное использование реки в своих регионах. Этот механизм играет важную роль в обеспечении безопасности Хуанхэ и содействии социально-экономическому развитию.

Механизм управления должен быть гибким. Он должен развиваться в соответствии со складывающимися социальными условиями. В последние годы по мере развития экономики возникали новые проблемы и противоречия, такие как противоречия между экономическим развитием и охраной окружающей среды, между регионами и ведомствами в вопросах использования воды, между смягчением последствий стихийных бедствий и получением экономических выгод, между получением выгод на национальном и местном уровнях. Кроме того, имеются ряд регионов и междисциплинарных пользователей, заинтересованных в использовании и развитии Хуанхэ. Непросто координировать взаимоотношения и уравнивать выгоды. Проблемы, касающиеся воды, намного сложнее, чем проблемы, возникающие в других областях развития. Вопросы, которые необходимо срочно решать, связаны с укреплением комплексного плана, рациональным использованием бассейна Хуанхэ и координацией различных видов использования воды.

Мы надеемся создать правовую систему для управления Хуанхэ (Закон о реке Хуанхэ), чтобы улучшить возможности для рационального использования водных ресурсов в рамках существующей правовой структуры, должным образом учитывая особое положение Хуанхэ. Права, обязанности и соответствующие зоны ответственности, так же как экономические и административные инструменты, будут определены в законодательстве. Такое законодательство будет выгодно для комплексного управления водными ресурсами бассейна в целом, так как даст возможность избежать дробления системы управления по провинциям и поможет решить проблемы, связанные с риском паводков, загрязнением и эрозией почвы.

Хуанхэ известна необычно большими объемами твердого стока. Каковы основные причины этого? Не могли бы Вы рассказать нашим читателям о различных мерах, которые Комиссия по сохранению реки Хуанхэ запланировала и осуществляет для решения этой проблемы?

Хуанхэ протекает через самое большое в мире лессовое плато. Рыхлая почва плато, сухой климат, редкая растительность, крутые

склоны, сильные бури и ненадлежащая обработка земли привели к сильному размыву и эрозии почвы. В соответствии с оценкой, сделанной на основе данных дистанционного зондирования в 1990 г., 70,9% общей площади лессового плато (640 000 км²) предрасположено к размыву и эрозии почвы. Более того, площадь, подвергнутая сильной водной эрозии, равна 85 000 км², что составляет 64% общей площади Китая, подвергнувшейся водной эрозии.

Проблема наносов заключается не только в том, что слишком много осадка, но и в том, что мало воды, что создает дисбаланс между водой и наносами. Подход к уравниванию воды и наносов заключается в том, чтобы увеличить сток реки, уменьшить наносы и сбалансировать воду и наносы.

Один из методов увеличения стока реки состоит в том, чтобы экономить воду, избегая орошения напуском. Однако возможности этого метода ограничены, так как трудно сбалансировать воду и наносы только посредством экономии воды. Другой метод заключается в том, чтобы пополнить сток с помощью введения западного пути для переброски воды с юга на север.



Фото: Инь Хэсян

Бескрайние просторы холмистого и изрезанного оврагами лессового плато

Хуанхэ – как человек: чем больше воды использовано, тем больше крови потеряно. Когда потеря крови угрожает жизни, требуется переливание крови. Пополнение водой похоже на переливание крови, необходимое для сохранения Хуанхэ в здоровом состоянии!

Важно уменьшить объем крупных наносов, оседающих в основном в нижнем русле реки. Мы разработали меры по строительству трех линий защиты от крупных наносов. Первая линия должна задерживать крупные наносы на лессовом плато с помощью сооружений по предотвращению эрозии почвы. Дамбы для отвода крупных наносов и другие вегетативные меры сосредоточены на источниках поступления наносов. Вторая линия защиты должна аккумулировать крупные наносы в пойме участка Сяобейганлю, в то время как мелкие наносы сбрасываются в Хуанхэ. Эффективность этой меры зависит от природной силы и возможностей по отделению крупных наносов от мелких. Третья линия защиты должна задерживать крупные наносы в водохранилище Сяолангди и сбрасывать мелкие наносы вниз по течению.



Плотный поток, выпущенный вместе с наносами из водохранилища Сяолангди

В сущности говоря, поток воды и наносов должен регулироваться посредством выпуска воды из водохранилищ для создания условий, при которых поток сможет размыть отложения в руслах и водохранилищах и вынести их в море. Результаты трех экспериментов показали, что можно изменить соотношение между водой и наносами, увеличить эродируемость ложа реки и сократить осаждение наносов. Основное внимание следует уделить непрерывному регулированию стока воды и наносов в долгосрочной перспективе и совместной эксплуатации нескольких водохранилищ, в том числе и для перемещения воды с юга на север.

Как Вы учитываете опыт других речных бассейнов и как делитесь своим опытом с международным сообществом?

Хуанхэ имеет как характерные только для нее, так и общие с другими реками свойства. КСРХ следует принципу открытости и обмена опытом, касающимся ее стратегий развития. Она активно развивает сотрудничество и обмен опытом с административными органами других речных бассейнов, а также

водохозяйственными организациями и учреждениями по всему миру. Деятельность по международному сотрудничеству и взаимодействию осуществляется по-разному. Сотни водохозяйственных экспертов из других учреждений и стран каждый год посещают КСРХ. КСРХ также организует ознакомительные учебные поездки для экспертов по водным ресурсам и руководителей речных бассейнов для обмена опытом по разработке проектов и научным исследованиям.

Программы международного сотрудничества нацелены на то, чтобы сохранить Хуанхэ в здоровом состоянии посредством сочетания практического опыта в области комплексного предупреждения размыва и эрозии почвы, сохранения экосистем, регулирования паводков, прогнозирования и предупреждения, усиления дамб и аккумуляции воды в соответствии с принципами Комплексной системы управления водохозяйственной деятельностью (КУВД). КСРХ сотрудничает с рядом банков развития.

С 2002 г. КСРХ осуществляет пятилетнюю программу подготовки профессионалов, имеющих навыки международного сотрудничества. Каждый год отбираются десять экспертов по водным ресурсам для изучения за рубежом новых концепций управления водными ресурсами. На сегодняшний день КСРХ подготовила более 40 специалистов.

КСРХ активно участвует в международных событиях, связанных с водными ресурсами, такими как Всемирная неделя воды в Стокгольме, Международный симпозиум по речным наносам, 4-й Всемирный водный форум и Международный конгресс Международной комиссии по ирригации и осушению. Эти

Фото: Чжу Вэйдон

события дают нам возможность поделиться достижениями в области хозяйственного использования Хуанхэ и поучиться у других.

КСРХ организовала Форум по проблемам реки Хуанхэ для обмена опытом и развития сотрудничества между китайскими экспертами и зарубежными коллегами. Два первых форума состоялись в 2003 и 2005 гг., а в настоящее время КСРХ готовится к третьему форуму, который состоится в октябре 2007 года.

Прогнозирование паводков и предупреждение о них играют особую роль в комплексном подходе к регулированию паводков. Не могли бы Вы предоставить информацию о системе прогнозирования паводков в Китае в целом и в бассейне реки Хуанхэ в частности?

Гидрологическое бюро Министерства водных ресурсов разработало национальную систему прогнозирования паводков для основных рек Китая. Экономические и социальные выгоды от прогнозирования паводков в Китае значительны. Прямая экономическая выгода составляет десятки миллиардов женьминьби. В 1998 г. прямая выгода, полученная посредством уменьшения опасности стихийных бедствий, составила более 80 миллионов женьминьби. В основных методиках прогнозирования паводков, принятых в Китае, используются модели дождевых осадков и стока, а также модели прослеживания пути паводка. Распределенные гидрологические модели проходили испытания в рамках научных исследований в ряде небольших речных бассейнов, но еще не были введены в оперативную эксплуатацию.

Дождевые паводки в бассейне реки Хуанхэ характеризуются неравно-

мерным временным и пространственным распределением осадков, высоким содержанием осадочных веществ в паводковых водах и резким подъемом и падением уровня вод. На верхней Хуанхэ, на участке Сяобейганлю, на реке Вейхэ и на нижней Хуанхэ для прогнозирования паводков используются методы прослеживания пути паводка. На участке Санменся – Хуаюанькоу, используется метод дождевых осадков-стока. Имеются три этапа прогнозирования: предварительное прогнозирование (прогноз осадков используется в качестве входных данных для прогностической модели), базовое прогнозирование (в качестве входных данных используется величина наблюдаемых осадков), формализованное прогнозирование (в качестве входных данных используется величина расхода). Китайская метеорологическая администрация вносит важный вклад на всех этапах прогнозирования посредством регулярно выпускаемых количественных прогнозов осадков, прогнозов погоды и предупреждений в масштабе страны, а также краткосрочных климатических прогнозов.

Всего на реке Хуанхэ – 168 систем гидрологического прогнозирования, часть из которых компьютеризована. В наличии – 34 модели дождевых осадков и стока и прослеживания пути паводка. В связи со сложностью паводков и влиянием деятельности человека имеются трудности с применением многих методов прогнозирования. КСРХ изучает возможность использования современных методов сбора информации и моделей прогнозирования паводков для осуществления прогнозирования и предоставления более эффективной научно-технической поддержки комплексному управлению речным бассейном. На базе системы прогнозиро-

вания ливневых паводков и заблаговременного предупреждения о них в водохранилище Сяоангди – Хуаюанькоу, которая является компонентом цифровой Хуанхэ, создается и будет введена в действие в грядущий сезон паводков распределенная система гидрологического прогнозирования.

Хотите ли Вы что-либо сказать читателям Бюллетеня ВМО?

В последние годы КСРХ провела исчерпывающие научные исследования, касающиеся стратегий управления водными ресурсами Хуанхэ, определила новую концепцию управления для поддержания реки в здоровом состоянии, обеспечила защиту от паводков и создала механизм быстрого реагирования на случаи сильного загрязнения воды. Значительные успехи были также достигнуты в разработке проектов по регулированию паводков. Мы добились успехов в предотвращении размыва и эрозии почвы, значительно повысили уровень науки, технологии и модернизации для решения проблем рационального использования реки и добились серьезного прогресса по различным аспектам управления ресурсами реки Хуанхэ.

Бюллетень ВМО является отличным механизмом для обмена информацией и широко распространяется среди международных метеорологического и гидрологического сообществ. Пользуясь случаем, я искренне приглашаю экспертов и друзей со всего мира ознакомиться с рекой Хуанхэ. Я призываю их посетить КСРХ для обмена опытом и сотрудничества, и мы также приветствуем любые предложения. Мы считаем, что река Хуанхэ принадлежит не только Китаю, но и всему миру.

Устойчивое развитие с помощью комплексного регулирования паводков

Виджай К. Матур* и Секретариат ВМО

Устойчивое развитие

В большинстве стран стихийные бедствия подрывают экономическое развитие. Развивающиеся страны, которые страдают от недостатка ресурсов, вынуждены в ущерб деятельности по текущему развитию направлять жизненно важные ресурсы на мероприятия по спасению и оказанию помощи, что в некоторых случаях может отбросить их развитие на десятилетие назад. Паводки являются одним из основных опасных стихийных явлений, которые все чаще приводят к бедствию и приносят большие потери для жителей речных пойм и для хозяйственной деятельности в поймах.

Концепция устойчивого развития находится в центре дискуссии, касающейся окружающей среды и развития, со времени Конференции по проблемам окружающей среды (Стокгольм, 1972 г.). В прошлом значительная доля развития осуществлялась за счет невосполнимого истощения природных ресурсов и оказания негативного воздействия на природные экосистемы и их экологические функции. Такой подход, в рамках которого нет четкого представления о том, как мы связаны с природной окружающей средой и какое влияние мы можем оказывать на качество жизни в будущем, очевидно, не является устойчивым в долгосрочной перспективе. Концепция устойчивого развития также включает в себя проблемы человеческой безопасности. При этом речь идет не

только о физической безопасности отдельных людей и сообществ, но и о их экономической, продовольственной, экологической, политической безопасности и безопасности их здоровья.

На международном уровне с помощью региональных и глобальных конференций, таких, как Саммит тысячелетия, Всемирная встреча на высшем уровне по устойчивому развитию и др., было признано, что смягчение негативных последствий экстремальных гидрометеорологических явлений, таких, как паводки, является одним из основных компонентов устойчивого развития, искоренения бедности и достижения целей в области развития, сформулированных в Декларации тысячелетия. Для обеспечения устойчивого развития национальные стратегии должны предусматривать смягчение последствий бедствий посредством принятия превентивных мер, наращивания сопротивляемости, заблаговременного предупреждения и реагирования на чрезвычайные ситуации.

Чтобы создать благоприятную для устойчивого развития окружающую среду, необходимо в процесс развития включить принципы управления паводками. Ненадлежащие стратегии управления паводками, применявшиеся на протяжении многих лет, большей частью носили характер реагирования на опасность паводка, а не упреждали эту опасность, т.е. предполагали



Фото: М. ван Райн

ли борьбу с паводком, а не управление паводком. Кроме того, в значительной степени они оставались монодисциплинарными.

Паводки: не всегда влекут за собой бедствия, но также могут предоставлять возможности для жизнеобеспечения

Паводки являются частью естественного гидрологического цикла и имеют определенные благоприятные последствия, обеспечивая водные ресурсы, остро необходимые в периоды отсутствия паводков. Поймы рек, также как и

*Консультант, Консультативная служба по вопросам воды и энергетики, Индия

прибрежные зоны и дельты рек, во многих странах являются предпочтительным местом для социально-экономического развития, хотя люди, живущие в пойме, подвергаются опасности затопления. Плодородная пойменная почва с глубоким пахотным слоем – результат бесконечных затоплений – является идеальной для сбора высоких урожаев и обеспечивает средства к жизни для миллионов людей, живущих в поймах, снижая тем самым уязвимость жителей к воздействию широкого разнообразия других рисков. В развивающихся странах, в основном с сельскохозяйственной экономикой, поймы вносят значительный вклад в производство продовольствия, формирование доходов и обеспечение населения продуктами питания. Таким образом, во многих частях мира реки и другие водоемы в полной мере используются в качестве средств для социально-экономического развития.

В то же время по всему миру растет количество вызванных паводками бедствий и объем связанного с ними ущерба. Помимо гибели людей и потери имущества, неблагоприятные последствия паводков при отсутствии их надлежащего регулирования проявляются в виде массовой миграции людей, деградации окружающей среды, нехватки продовольствия, электроэнергии, воды и других ресурсов, необходимых для удовлетворения основных потребностей, и тем самым во многих странах увеличивают уязвимость населения и оказывают неблагоприятное влияние на процесс развития.

Хозяйственная деятельность, которая ведется в поймах, оставляет ограниченный выбор для управления факторами риска, связанными с паводками, особенно в развивающихся странах. В странах с развитой экономикой, где промышленное и бытовое использование пойм внесло свой вклад в достижение экономических успехов, улучшения в области регулирования паводков способствовали тому, что люди вместе со своим имуществом стали жить ближе к рекам, и тем самым увеличились связанные с па-

Задача состоит в том, чтобы не только сохранить водные ресурсы для поддержания жизни, но и понизить способность воды уносить жизнь. Мы можем и должны сократить число последствий бедствий посредством создания сообществ, имеющих долгосрочную способность жить в условиях риска...

Кофи Аннан, Генеральный секретарь ООН (8 октября 2003 г.)

водками риски и потери. Риски еще более возрастают на территориях с высокой плотностью населения. Кроме того, в рамках различных сценариев еще большая вероятность затопления ожидается в разных частях мира в результате изменчивости и изменения климата.

Включение регулирования паводков в стратегии развития

Население, сообщества и домашние хозяйства стремятся наилучшим образом использовать имеющиеся в их распоряжении природные ресурсы и имущество для повышения качества жизни. Крайне необходимо понять взаимосвязь между паводками, бедностью и процессом развития, так как текущее и будущее развитие может потенциально увеличить уязвимость к воздействию стихийных бедствий и связанный с ними риск. Существует необходимость в том, чтобы рассматривать эти проблемы в рамках процесса планирования регулирования паводков. К подходам, которые следует использовать при рассмотрении связанных с паводками рисков в рамках национальных стратегий устойчивого развития, необходимо привлечь внимание общественности с помощью пропагандистско-информационной деятельности, наращивания потенциала, создания информационно-вычислительных сетей и предоставления рекомендаций странам на долгосрочной основе.

Факты, собранные по всему миру, показывают, что люди не остаются, а при некоторых условиях не могут оставить территории, подверженные воздействию павод-

ков, будь то малонаселенные поймы Миссисипи, горы Гондураса или густонаселенные дельтовые районы Бангладеш. В связи с этим нужно найти пути того, как сделать жизнь в поймах устойчивой, даже если существует значительная угроза жизни и собственности. Важно установить равновесие между потребностями развития и существующими рисками. Этого можно достичь только с помощью комплексного управления.

Традиционно управление паводками было сконцентрировано на защитных и ответных действиях. Сейчас широко осознается, что необходима смена системы воззрений, чтобы перейти от борьбы с паводками к управлению ими – от защитных к упреждающим действиям – к культуре предотвращения посредством управления рисками и организации жизни в условиях паводков. В течение многих лет концепция комплексного управления водохозяйственной деятельностью (КУВД) (GWP TAC, 2000) признается в качестве ключевого инструмента для обеспечения безопасности водоснабжения и устойчивости водных ресурсов в условиях существования многочисленных конкурирующих между собой потребностей в воде, а также потенциальных угроз для качества воды и обеспеченности водой. Растет признание того, что вызванные паводками бедствия оказывают неблагоприятное воздействие на устойчивость развития, и что проблемы паводков необходимо рассматривать в контексте КУВД. Для включения связанных с паводками рисков в стратегии управления водными ресурсами с помощью процессов КУВД необходимо пересмотреть систему воззрений в

отношении подходов к управлению паводками.

Необходимость смены системы воззрений служит в качестве катализатора, лежащего в основе концепции комплексного регулирования паводков (КРП), направленной на объединение освоения земли и развития водных ресурсов в речном бассейне в контексте КУВД (рис.1). Комплексное регулирование паводков, которое ставит своей целью получение максимальных выгод от использования речных пойм и одновременно сокращение человеческих жертв (APFM, 2004), решает проблемы, связанные с уязвимостью к воздействию паводков и обусловленными паводками рисками посредством принятия превентивных мер с сохранением экосистем и связанного с ними биоразнообразия. Здесь проблемы безопасности человека и устойчивого развития рассматриваются с позиций управления паводками. Концептуально КРП, также как и КУВД, поддерживает междисциплинарный подход, предполагающий участие всех заинтересованных сторон.

КРП включает пять ключевых элементов:

- Управление водным циклом как единым целым.
- Объединение управления землепользованием и управления водохозяйственной деятельностью.
- Принятие наиболее эффективного сочетания стратегий.
- Обеспечение подхода с активным участием общественности.
- Принятие концепции комплексного управления стихийными бедствиями.

Эти компоненты можно свести воедино посредством:

- Принятия бассейнового подхода к регулированию паводков.
- Принятия междисциплинарного подхода к регулированию паводков.
- Уменьшения уязвимости к воздействию паводка и связанного с ним риска затопления.
- Обеспечения возможности для участия населения.
- Сохранения экосистем.

Принятие бассейнового подхода к регулированию паводков

Бассейновый подход к регулированию паводков с учетом взаимодействия между водой и землей повлечет за собой необходимость создания систем для накопления воды в верхних водосборах для пользы жителей пойм, расположенных в нижнем течении, обеспечивая тем самым взаимную ответственность сообществ, живущих в верхнем и нижнем течении, посредством более глубокого понимания проблем друг друга и зависимости друг от друга. Например, аккумуляция воды в верховьях реки является одним из вариантов, который может привести к уменьшению силы паводков в нижнем течении. В то же время интенсивная урбанизация относительно небольших водосборов и ненадлежащая инфраструктура увеличивают опасность наводнений. Они оказывают неблагоприятное влияние на паводковую ситуацию как в верховьях, так и в низовьях реки и увеличивают риск наводнений. Сильное взаимодействие меж-

Карты опасности паводков в Японии

В силу своих топографических и метеорологических характеристик Япония подвержена воздействию суровых природных условий. В речных поймах, которые подвержены затоплению, проживает около 50 процентов населения и располагается 75 процентов государственной собственности. Удивительно, но речные поймы занимают всего только около 10 процентов территории Японии. Структурные противопаводочные меры в сочетании с неструктурными играют важную роль в защите людей от паводков. Однако улучшенные структурные меры могут привести к ложному ощущению безопасности в отношении паводков. Люди со всем своим имуществом стали жить рядом с зонами, подверженными риску затопления, и фактически способствовали увеличению ущерба при экстремальных паводках. Процесс мог быть ускорен благодаря ряду других причин, таких, как урбанизация, которая приводит к повышенному стоку и пикам паводков в нижнем течении рек, и рост населения на городских территориях.

Карта опасности паводков является инструментом для организации информации о вероятных паводках в определенных ситуациях и формах и служит в качестве базы для разработки сценариев риска паводков на основании различных вариантов развития и социально-экономических условий. Цель заключается в том, чтобы органы, принимающие решения (например, местные органы по предотвращению бедствий), смогли разработать план действий в чрезвычайной ситуации, подготовиться

к чрезвычайной ситуации и по мере необходимости осуществить эффективную эвакуацию (включая определение мест эвакуации, оценку их вместимости, маршруты, опасные участки и т.д.). В то же время карта опасности паводков полезна для сообществ, подверженных воздействию паводков, с целью повышения уровня их осведомленности о связанном с паводком риске и их информирования о действиях, которые они сами могут предпринять. Обычно карта разрабатывается совместными усилиями органов по обеспечению готовности к стихийным бедствиям, экспертов, сообществ, НПО, других заинтересованных сторон и т.д. Участие сообществ и консультации с ними имеют большое значение, так как обеспечивают возможность включения в процессы планирования мнения сообществ, местного опыта и знаний, тем самым содействуя повышению уровня информированности и уменьшению риска.

В 1980 г. было реализовано комплексное регулирование паводков. В 1991 г. Совет по использованию рек выпустил доклад под названием «Улучшение использования рек в будущем», подчеркнув необходимость принятия неструктурных мер, включая повышение уровня информированности сообществ о рисках стихийных бедствий, таких, как наводнения, штормовые нагоны, цунами, селевые потоки и извержения вулканов, с тем, чтобы минимизировать ущерб тогда, когда они реально произойдут. На основе рекомендаций Совета для крупных рек по всей стране были подготовлены

ду землепользованием и гидрологическими процессами позволяет рассматривать различные варианты управления паводками в рамках бассейна, который принимается в качестве независимой гидрологической единицы. Таким образом, комплексное регулирование паводков предполагает рассмотрение бассейна в качестве структурной единицы для разработки вариантов управления паводками.

Принятие междисциплинарного подхода к регулированию паводков

Комплексное регулирование паводков требует должным образом учитывать социально-экономические, экологические, правовые и институциональные аспекты, которые определяют выбор вариантов управления паводками в данной гидрометеорологической и географической ситуациях. Оно требует вклада от различных дисциплин, секторов и заинтересованных сторон, интересы которых часто не совпадают. Множество учрежде-

Рисунок 2 – В Южной Азии подходы к регулированию паводков, учитывающие интересы сообществ, осуществляются в рамках Ассоциированной программы по регулированию паводков (АПРП)



ний и организаций, участвующих в разработке инициатив, которые оказывают влияние на меры по управлению паводками или сами испытывают влияние этих мер, нуждаются в координации своей деятельности для обеспечения уверенности в том, что они не содействуют повышению опасности паводков и связанных с ними рисков. КРП поддерживает и стимулирует междисциплинарный подход к управлению паводками.

Уменьшение уязвимости и риска

Риски, связанные с паводками, можно оценить посредством зависимости между величиной опасности паводка, уровнем деятельнос-

ти в области развития этой опасности и уровнем уязвимости этой деятельности. Принятие бассейнового подхода помогает предотвратить рост величины опасности. «Уязвимость» потенциальных жертв, вызванных паводками бедствий можно оценить посредством зависимости между способностью этих потенциальных жертв мобилизовать имеющиеся в наличии средства для решения проблемы, которую ставит паводок, и величиной этой проблемы. В более общем смысле, сопротивляемость деятельности по отношению к опасным паводкам необходимо повысить для того, чтобы сохранить или улучшить качество жизни и предотвратить превращение опасных паводков в бедствия (WMO, 2006 (a)).

карты опасности паводков. Карты вместе с результатами моделирования затопления были опубликованы в 1993 и 1994 гг.

Прогресс, достигнутый в разработке карт опасности паводков, показал возрастающую потребность в мерах по смягчению ущерба от паводков. Министерство строительства (в настоящее время – Министерство земель, инфраструктуры и транспорта) отреагировало на эту потребность в 1994 г. и выпустило Приказ о содействии в подготовке карт опасности наводнений. Министерство также призвало местные муниципалитеты выпускать карты опасности паводков при поддержке региональных бюро центральных органов власти и органов власти на уровне префектур. Для поддержки выполнения Приказа Министерство подготовило Руководство по составлению карт опасности паводков.

Закон о борьбе с паводками, выпущенный в июне 2001 г., потребовал определить территории, подверженные опасности паводков, и создать средства для передачи паводковых прогнозов не только для крупных рек, которые находятся под управлением центральных органов власти, но и для других рек, которые находятся под управлением органов власти на уровне префектур. Закон призвал местные муниципалитеты включать прогнозы паводков и эффективные системы эвакуации в региональные планы по предотвращению бедствий. Карты опасности паводков были рекомендованы в качестве полезного инструмента для предоставления сообществам связанной с бедствием информации. На основе полученных уроков Руководство

по составлению карт опасности паводков было пересмотрено. К концу 2003 г. 301 муниципалитет подготовил региональные карты опасности паводков и опубликовал их. Однако в процессе осуществления стало ясно, что для дальнейшего развития подготовки и широкого распространения карт опасности паводков необходимы правовые инструменты и механизм осуществления.

В 2004 г. Япония пережила ряд бедствий, вызванных сильными осадками, в результате чего был переработан Закон о борьбе с паводками с целью усиления региональных возможностей по смягчению последствий, связанных с паводками, бедствий. Переработанный Закон был одобрен 2 мая 2005 г. и вступил в действие 1 июля 2005 г. В соответствии с версией 2005 г. Закон стал распространяться не только на крупные реки, но и на отдельные средние и малые реки. Он потребовал от местных муниципалитетов создания средств для доведения до населения прогнозов паводков, а также эффективных систем эвакуации посредством картирования опасности паводков или посредством других мер. Таким образом, в Японии продолжают разрабатываться карты опасности паводков и, более того, они стали более эффективным инструментом.

Шигенобу Танака,
Группа по исследованию опасностей, связанных с водой,
Международный центр по управлению рисками и
опасными явлениями, связанными с водой (ИЧХАРМ),
Научно-исследовательский институт по строительству
общественных сооружений

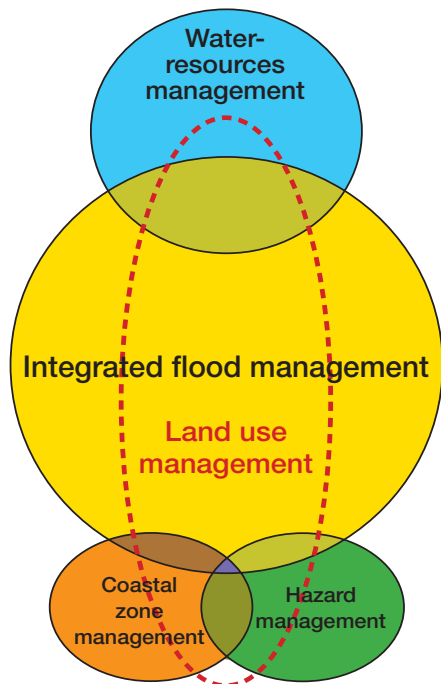


Рисунок 1 – Комплексное регулирование паводков (АППР, 2004 г.)

Рост населения и миграция больших групп населения в развивающихся странах в незапланированные населенные пункты городского типа, расположенные в поймах, увеличивают уязвимость беднейших секторов общества к воздействию паводков.

КРП решает проблему уязвимости таких групп населения к воздействию паводков посредством укрепления устойчивости жизнедеятельности, сохранения экосистемных услуг, улучшения доступа к ресурсам, изменения установок, расширения возможностей для более активного участия в процессах принятия решений, наращивания организационного потенциала и повышения уровня информированности. (См. вставку внизу, где в качестве примера инструмента для уменьшения связанных с паводками рисков говорится о картах опасности паводков, подготовка которых осуществляется в Японии.)

КРП признает, что достижение абсолютной безопасности от паводков не представляется возможным, и, по существу, КРП включает в себя стратегии по рассмотрению остаточных рисков. КРП обеспечивает такое положение дел, при котором стратегии, выбранные для уменьшения рисков, не завершаются всего лишь переложением рисков на чьи-либо плечи или повышением уязвимости.

Обеспечение возможностей для участия населения

Более активное участие населения помогает уменьшить уязвимость. Успех в развитии сопротивляемости сообществ, подвергающихся воздействию паводков, обеспечивается посредством их участия в процессах принятия решений. Участие населения способствует децентрализации процесса управления до необходимого низшего уровня и гарантирует, что компромиссы достигаются по взаимному согласию, обеспечивая сбалансированное развитие. Известно, что хозяйственные меры в верхнем течении оказывают влияние на затопление в нижнем течении, кроме того, меры, принятые для уменьшения связанных с паводками рисков, также оказывают определенное воздействие. Участие населения обеспечивает принятие компромиссных решений в отношении этих аспектов путем переговоров и по согласию заинтересованных сторон, а также сбалансированность развития.

При принятии решений в области регулирования паводков необходимо принимать во внимание гендерные факторы, чтобы учесть специфические потребности женщин, детей и других наиболее уязвимых групп общества. Такой подход обеспечивает доступ к соответствующим мерам по оказанию помощи и избавлению от последствий паводков, помогает женщинам надлежащим образом выполнять свои функции в развитии сопротивляемости к воздействию паводков.

Таким образом, КРП направлено на то, чтобы оказать непосредственное содействие населению, подверженному воздействию паводков. Участвуя в мероприятиях по смягчению последствий, связанных с паводками, бедствий и обеспечению готовности к ним, население посредством самоорганизации и надлежащей подготовки сможет повысить свою сопротивляемость к воздействию паводков.

Сохранение экосистем

Регулирование паводков играет важную роль в защите людей и обеспечении социально-экономического развития. Принятые меры,

которые в основном носят структурный характер (плотины и водохранилища, дамбы, обходные каналы и т.д.), к сожалению, изменили природную окружающую среду рек. Они изменили режимы потока, твердо зафиксировали форму рек или отделили реки от их пойм, что привело к ущербу среде обитания, биологическому разнообразию и продуктивности. Неблагоприятное воздействие ряда этих структурных мер в сочетании с экологическими проблемами выдвинули на первый план необходимость рассмотрения негативных последствий противопаводочных мероприятий для окружающей среды. В то же время с позиции регулирования паводков деградация окружающей среды может потенциально угрожать безопасности людей разнообразными способами (WMO, 2006(b)).

Речные системы обеспечивают услуги, необходимые для жизнеобеспечения и продовольственной безопасности. Некоторые мероприятия по регулированию паводков, снижая повторяемость паводков, оказывают негативное воздействие на речные системы, которые поддерживают большое разнообразие флоры и фауны. Необходимо найти компромисс между конкурирующими интересами, чтобы определить силу и изменчивость режима потока, который необходим для получения максимальных выгод для общества и сохранения речных систем в здоровом состоянии. Подход, основанный на комплексном регулировании паводков, включает в себя основные принципы экосистемного подхода, например, Конвенции Организации Объединенных Наций о биологическом разнообразии (1998), рассматривая всю экосистему бассейна как целое и принимая во внимание воздействие экономических мероприятий на бассейн в целом. Таким образом, экологическая устойчивость при регулировании паводков является одним из необходимых условий для КРП.

Рассмотрение проблем, связанных с изменчивостью и изменением климата

В своем докладе об оценках (2001) Межправительственная комиссия по изменению климата (МГЭИК)

говорит, что несмотря на то, что в XX веке, возможно, не было широко распространенных изменений в частоте и интенсивности тропических штормов, весьма вероятно, что количество осадков в средних и верхних широтах Северного полушария увеличилось на целых 10% в основном благодаря экстремальным погодным условиям.

В некоторых частях Африки и Азии интенсивность и частота засух увеличилась в последние десятилетия. Однако в то же время МГЭИК отмечает и другие факторы, которые следует принимать во внимание при оценке воздействия этих изменений, такие, как рост населения, выросшее благосостояние, демографические сдвиги, изменения в землепользовании и цены различных товаров. Выросшее количество жертв может просто означать, что на пути экстремальной погоды оказалось больше, чем прежде, людей; увеличившиеся экономические потери могут просто указывать на выросшее благосостояние. Даже при стабильном климате паводки и засухи являются естественными гранями климатической изменчивости. Однако проблемы, связанные с неопределенностью в знаниях и прогнозируемых сценариях изменения климата, следует решать посредством применения принципов предосторожности (Rio de Janeiro, 1992, and New York 1992) и включения методов «адаптивного управления» в стратегии уменьшения риска паводков.

Механизм осуществления

Для того чтобы ввести подходы, основанные на комплексном управлении паводками в практику, необходим механизм осуществления, опирающийся на соответствующие законы и нормативные акты. На уровне бассейна следует распределить ответственность и обязанности между учреждениями и отдельными лицами в периоды до паводка, во время паводка и после паводка с тем, чтобы их функции были четко определены, и можно было создать координационный механизм. В число этих учреждений могут входить как правительственные, так и неправительственные организации. Разработка надежных процедур и практик вносит вклад в

повышение как прозрачности, так и предсказуемости. Законы также могут защищать и отстаивать права. Без законов экологические интересы не будут приниматься во внимание при принятии решений в области регулирования паводков.

Если даже на уровне бассейна скоординированное управление водными и земельными ресурсами осуществлять не просто, то, когда речь идет о трансграничных бассейнах, делать это еще сложнее. Конфликты можно разрешить только с участием прибрежных стран, совместно использующих бассейн. При координации деятельности этих стран необходимо учитывать исторические факторы, различия в физических условиях, политических системах и социально-экономическом развитии. В таких случаях предпочтительной моделью сотрудничества является модель с участием третьей стороны, например, организации, занимающейся проблемами бассейна.

Ассоциированная программа по регулированию паводков

Что касается регулирования паводков, то на глобальном, региональном и национальном уровнях имеется явная потребность в применении многодисциплинарного подхода. Несмотря на то, что был осуществлен ряд международных инициатив, рассматривавших разные гидрологические аспекты и технические подходы, социальные, экономические, экологические, правовые и институциональные аспекты регулирования паводков рассматривались нерегулярно и в ограниченном объеме. В результате эти аспекты очень мало принимались во внимание при планировании и принятии решений в области регулирования паводков. Для рассмотрения указанных проблем ВМО и Глобальное партнерство по водным проблемам учредили Ассоциированную программу по регулированию паводков (АПРП). Миссия АПРП заключается в том, чтобы «оказывать поддержку странам в комплексном регулировании паводков в рамках общей структуры комплексного управления водохозяйственной деятельностью». Более подробную информацию о программе можно получить по ссылке <http://www.apfm.info>.

Литература

- Associated Programme on Flood Management (APFM), 2004: Concept Paper, APFM Technical Document No.1 (second edition), WMO, Geneva.
- UNEP/CBD/COP/5/23, 2000: Decisions adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity at its Fifth Meeting (Nairobi, 15–26 May 2000), Decision V/6).
- Global Water Partnership Technical Advisory Committee (TAC), 2000: Integrated Water Resources Management, TAC Background Papers No. 4, Global Water Partnership, Stockholm, Sweden.
- Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis, Cambridge University Press, New York.
- Intergovernmental Negotiating Committee for a Framework Convention on Climate Change, 1992: Report of the Work of the Second Part of its Fifth Session (New York, 30 April–9 May 1992 (Art. 3 (3), UN Doc. A/AC.237/18).
- United Nations Conference on the Human Environment, Stockholm, 5–16 June 1972 (United Nations publication, Sales No. E.73.II.A.14 and corrigendum), Chapter 1.
- United Nations Conference on Environment and Development, 1992: Rio Declaration on Environment and Development, Rio de Janeiro, 3–14 June 1992 (A/CONF.151/26 (Vol. I), Sales No. E.93.I.8 and corrigenda).
- WMO, 2006(a): *Social aspects and stakeholder involvement in integrated flood management*, Associated Programme on Flood Management, Flood Management Policy Series, Technical Document No. 4, WMO, Geneva.
- WMO, 2006(b): *Environmental Aspects of Integrated Flood Management*, Associated Programme on Flood Management, Flood Management Policy Series, Technical Document No. 3, WMO, Geneva.
- WMO, 2006(c): *Legal and Institutional Aspects of Integrated Flood Management*, Associated Programme on Flood Management, Flood Management Policy Series, Technical Document No. 2, WMO, Geneva.

Изменения климата и наводнения

Збигнев В. Кундзевич *

Введение

Наводнения являются одними из крупных природных опасных явлений во многих регионах мира. Недавно наблюдалось несколько наводнений, и в каждом случае материальные потери превышали 10 млрд долларов США (в Китае материальный ущерб от наводнений, имевших место летом 1998 г., вырос до 30 млрд долларов США). Остается высоким число погибших, при этом в отдельных случаях в менее развитых странах потери превышали 1000 человек. Ежегодный экономический ущерб, вызванный экстремальной погодой, за период между 1950-ми и 1990-ми гг. вырос в десять раз (данные с учетом инфляции), сходным образом вырос и ущерб от наводнений.

Разрушительные наводнения за пределами Европы являются обычным явлением, особенно в Азии: Бангладеш, Китай и Индия. Однако начиная с 1990 г. сильные наводнения наблюдаются на значительной части территории Европы. Например, материальный ущерб от наводнений в Европе, отмеченный в 2002 г. (21 млрд евро) был выше, чем в какой-либо отдельный год до этого.

Наблюдения

Groisman *et al.* (2005) отметили, что широко распространился рост

сильных осадков в средних широтах. Рост сильных осадков также отмечается в Южной Африке, Сибири, центральной части Мексики, северо-восточной части США и северной части Японии, где общее количество осадков и повторяемость дней с осадками либо не изменились, либо уменьшились. Это можно интерпретировать как эффект потепления с последующим увеличением концентрации в атмосфере водяного пара, ведущего к повышенной интенсивности осадков, что может вызвать наводнения.

В последнее время зафиксирован ряд наводнений, когда были побиты рекорды интенсивности речного стока и уровня воды в реках. Во время наводнения 2002 г. рекордная интенсивность наблюдалась на реке Влтава в Праге (Чешская Республика). В 2002 г. единственный раз за последние 175 лет здесь наблюдалась интенсивность стока выше 5000 м³/с, в то время как в период 1941–2001 гг. она никогда не достигала 2500 м³/с. Максимальный уровень воды на Эльбе в Дрездене (Германия), составивший 940 см, превзошел бывший исторический рекорд на 63 см. Уровни выше 800 см ни разу не наблюдались в период 1880–2001 годов.

ВМО рассматривает проблемы изменчивости и изменения климата и их воздействие на гидрологические

экстремальные явления, такие как наводнения, в рамках ряда своих научно-технических программ. Деятельность по программам направлена на улучшенное понимание и знание о воздействии изменения климата на водные ресурсы и гидрологические экстремальные явления. Более конкретно: Всемирная климатическая программа «Вода» (ВКП-Вода) является инициативой, в рамках которой рассматриваются вопросы глобальной гидроклиматологии и предоставляется технический опыт и знания, связанные с проводимыми по всему миру систематическими оценками обусловленных климатом колебаний и изменений в гидрологических режимах и водных ресурсах. ВКП-Вода обеспечивает руководство и поддержку для входящих в состав ВМО национальных гидрологических и метеорологических служб (НГМС), национальных и международных научно-исследовательских программ, образования и наращивания потенциала, международных организаций и конвенций.

Принимая во внимание недавние сильные наводнения, научный интерес и практическое значение приобретает выявление трендов в длинных временных рядах данных о наводнениях. Это важно для планирования противопаводочных систем, когда проектирование системы традиционно базируется исходя из предположения, что речной сток неизменен. В рамках Всемирной климатической программы «Вода», была предпринята важная деятельность в области анализа длинных временных рядов гидрологических

* Научно-исследовательский центр сельскохозяйственной и лесной среды, Польская академия наук, Буковска 19, 60809 Познань, Польша и Потсдамский институт по исследованию влияния климата, Телеграфенберг, 14412 Потсдам, Германия.

наблюдений с целью обнаружения сигналов изменений (Kundzewicz and Robson, 2000, 2004; Kundzewicz *et al.*, 2004, 2005; Radziejewski and Kundzewicz, 2004(a); Svensson *et al.*, 2004, 2005). Исследование по обнаружению изменений в глобальных гидрологических временных рядах данных о годовом максимальном речном стоке, выполненное Kundzewicz *et al.* (2004, 2005(a)) на основе данных, полученных из Глобального центра данных по стоку в Кобленце (Германия), не поддерживает гипотезу о повсеместном росте интенсивности стока воды. Несмотря на то, что с помощью теста Манна-Кенделла было выявлено 27 случаев сильного, статистически значимого повышения и 37 случаев понижения, в большинстве случаев (137) статистически значимых изменений не выявлено. Svensson *et al.* (2004, 2005), анализирувшие значения, превышающие пороговое значение, также не обнаружили значимого последовательного тренда.

Даже, несмотря на то, что невозможно обнаружить последовательные изменения в европейских данных, было выявлено, что в суммарном ежедневном стоке за 1961–2000 гг. максимальные значения встречались значительно чаще (на 46 станциях) в два последних (1981–2000 гг.), чем в два предыдущих (1961–1980 гг.) десятилетия (на 24 станциях).

Однако при интерпретировании этих результатов рекомендуется проявлять осторожность, потому что наводнение – это комплексное явление, вызываемое рядом факторов. В анализе не проводится различие между механизмами формирования наводнения (например, таяние снега и дождевые осадки), и все наводнения рассматриваются как одна категория. В сезонном анализе Mudelsee *et al.* (2003) продемонстрировали значительное понижение зимних наводнений на Эльбе и Одере, в то время как в летних наводнениях не было обнаружено значительных изменений. Устойчивый результат, полученный Arnell and Liu (2001), показывает, что в Европе наблюдалось меньше наводнений,

обусловленных ледяными заторами. Во многих местах наблюдались региональные изменения во времени наступления наводнений, при этом отмечалось растущее число наводнений поздней осенью и зимой. Кроме того, речной сток имеет сильную естественную изменчивость и показывает долгосрочное постоянство, что заставляет сомневаться в полученных результатах.

Помимо сложности, внутренне присущей попыткам обнаружения парникового сигнала в данных о речном стоке, имеются серьезные проблемы с данными (непосредственное воздействие человека, длина рядов, пропуски, ошибки) и методологией обнаружения изменений. Даже если данные безупречны, экстремальные (следовательно, редкие) явления наблюдаются редко. Таким образом, даже в очень длинных временных рядах инструментальных наблюдений выборка данных о действительно экстремальных и разрушительных наводнениях небольшая.

Как отметили Radziejewski and Kundzewicz (2004(b)), которые исследовали возможность обнаружения искусственно введенных (следовательно, полностью контролируемых) трендов во временных рядах, неудача в обнаружении значимого тренда не является доказательством отсутствия изменения. Если изменение слабое и продолжается короткое время, вряд ли оно будет обнаружено. Если изменение сильнее и продолжается дольше, вероятность его обнаружения возрастает.

Прогнозы

Модели климата прогнозируют изменения в экстремальных значениях осадков для многих частей земного шара. В большинстве случаев экстремальные значения осадков, по-видимому, подвергаются большему изменению, чем средние значения. Так как способность атмосферы к накоплению воды, а следовательно, и абсолютное потенциальное содержание воды в атмосфере возрастают с повышением температуры, то вероятность интенсивных осадков также возрастает.

В последних работах, касающихся изменений в экстремальных значениях осадков в Европе, выражается согласие с тем, что интенсивность суточных осадков будет в основном возрастать.

Palmer and Raisanen (2002) проанализировали различия между данными контрольного прогона модели с данными, полученными по ансамблю смоделированных условий, изменяющихся до состояния, при котором концентрация двуокиси углерода возрастает приблизительно в два раза. Было спрогнозировано возрастание риска очень влажной зимы в Европе и очень влажного сезона муссонов в регионе Азиатского муссона.

Проект по моделированию воздействия экстремальных климатических явлений (МИСЕ), выполняемый в рамках пятой Рамочной программы Европейского союза, продемонстрировал, как можно ожидать наступления экстремальных явлений в связи с потеплением, вызванным антропогенными факторами. В соответствии с результатами, полученными с помощью модели



климата (HadRM3-P), среднее количество летних осадков на большей части территории Европы в будущем, по-видимому, будет повышаться, однако экстремальные значения осадков поведут себя по-другому. Ожидается, что максимальные квартили суточных сумм осадков и годовые максимальные суточные суммы осадков будут повышаться во многих местах, включая и места, где прогнозируется снижение средних величин (Kundzewicz *et al.*, 2006). Этот результат согласуется с выводами Christensen and Christensen (2003), которые работали с другой моделью климата. Полученное по HadRM3-P увеличение числа дней с интенсивными осадками также предполагается для большей части территории Европы (Kundzewicz *et al.*, 2005).

Milky *et al.* (2002) показали, что для 15 из 16 крупных бассейнов, проанализированных по всему миру, прогнозируется более частое превышение контрольного 100-летнего уровня наводнения, что является результатом увеличения вчетверо содержания двуокси углерода. В некоторых местах прогнозируется превышение 100-летнего уровня от каждых двух до каждых пяти лет. Особенно сильный рост повторяемости экстремальных наводнений прогнозируется в северной части Азии, хотя признается, что этим прогнозам присуща большая неопределенность. Вероятно, воздействие экстремальных наводнений будет непропорциональным, при этом самое сильное воздействие испытают страны с низкой способностью к адаптации (Manabe *et al.*, 2004).

В выводах о воздействии изменения климата на будущие экстремальные осадки и наводнения по-прежнему присутствует большая неопределенность. Имеются значительные различия в оценках, полученных при использовании различных моделей климата и для различных сценариев выброса. Несоответствие по масштабу между моделями климата с низким разрешением и гидрологическим (речной бассейн) масштабом является еще одним источником неопределенности, которая особенно велика в отношении экстремальных наводнений.

Фото: Швейцарские военно-воздушные силы



Выводы

В соответствии с физическими законами способность атмосферы к накоплению воды, а следовательно, и потенциал для интенсивных осадков возрастают с потеплением. Так как в последние годы во многих регионах наблюдался устойчивый сигнал потепления и крупные наводнения, вызванные осадками, огромное значение приобретает выявление трендов, касающихся интенсивных осадков и наводнений. Даже если сообщается о широко распространенном росте наблюдаемых интенсивных осадков, анализ данных о годовом максимальном речном стоке не дает, однако, возможности выявить повсеместный и последовательный тренд роста. Это вступает в противоречие с некоторыми прогнозами на будущее, в которых отмечается потенциал для более интенсивных осадков, увеличивающих риск наводнений.

Связанные с климатом изменения в повторяемости наводнений сложны и зависят от механизма формирования наводнения (например, таяние снега и дождевые осадки), на который по-разному влияет изменение климата. Рост интенсивных осадков в теплеющем мире возможен и может привести к увеличению риска наводнений в местах, где обычно причиной затопления служит интенсивный летний дождь (Kundzewicz *et al.*, 2005). Кроме того, во время более влажных и теплых зим с все более час-

тыми дождями и менее частым снегопадом во многих местах риск наводнений также может увеличиться. С другой стороны, наводнения, вызванные таянием снега и ледовыми заторами, вероятно, будут менее частыми и менее сильными на большей части территории теплеющего мира (грубое, связанное с температурой утверждение). Там, где таяние снега происходит раньше и не так интенсивно, риск весенних наводнений уменьшается. Таким образом, в регионах, где причиной паводков могут служить несколько возможных механизмов, суммарное влияние изменения климата на риск наводнений нельзя считать незначительным, но общее, повсеместно обоснованное и единообразное утверждение об изменении риска наводнений невозможно.

Риск наводнений имеет тенденцию к росту во многих местах благодаря ряду климатических и неклиматических воздействий, относительная важность которых зависит от конкретного места. Риск наводнений регулируется рядом неклиматических факторов, таких как изменения в экономических и социальных системах, а также изменения в наземных системах (гидрологических системах и экосистемах). Изменения в землепользовании, вызывающие изменения в растительном покрове, регулируют зависимость между дождевыми осадками и стоком в водосборном бассейне. Обезлесение, урбанизация и сокращение заболоченных земель

уменьшают способность почвы накапливать влагу и увеличивают коэффициент стока, что ведет к росту его амплитуды и сокращению времени достижения максимальной интенсивности. Более того, во многих регионах люди обживают и развивают подверженные затоплению территории и тем самым увеличивают объем возможного ущерба. Важными факторами, имеющими значения для степени риска наводнений, являются рост населения и экономики, стратегия защиты от наводнений, осведомленность (или неосведомленность) о риске наводнений, культура поведения и возмещения понесенного ущерба.

Срочно требуется адаптация к возрастающему риску наводнения. Это ставит трудную задачу перед комплексными системами обеспечения готовности к наводнениям и их регулирования, которые должны включать оптимальное сочетание мер как структурного, так и неструктурного характера. Одной из важных мер последней категории является создание системы прогнозирования наводнений – предупреждения о наводнениях, которая, как подчеркивается в Инициативе ВМО по прогнозированию паводков, требует улучшенного использования метеорологических данных и информации и тесного сотрудничества между национальными метеорологическими и гидрологическими службами.

Существует ряд видов деятельности, которые могут помочь в дальнейшем углублении понимания взаимосвязи между изменением климата и наводнениями в количественном измерении. Совершенно необходимо продолжать усилия по обнаружению и определению изменения на основе анализа проконтролированных длинных временных рядов данных наблюдений. Также абсолютно необходимо продолжать усилия, направленные на преобразование результатов, полученных с помощью климатических моделей последнего поколения, в формулирование связанных с наводнениями воздействий.

Выражение признательности

Настоящая статья является плодом параллельной деятельности автора по линии проекта «Экстремальные метеорологические и гидрологические явления в Польше», который финансировался Министерством образования и науки Республики Польша и в рамках проекта ENSEMBLES 6-й Рамочной программы Европейского союза.

Список литературы

- ARNELL N. and LIU CHUNZHEN (coordinating lead authors), 2001: Hydrology and water resources. Chapter 4 in *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (J.J. MC CARTHY, O.F. CANZIANI, N.A. LEARY, D.J. DOKKEN and K.S. WHITE (Eds)) Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- CHRISTENSEN, J.H. and O.B. CHRISTENSEN, 2003: Severe summertime flooding in Europe, *Nature*, 421, 805.
- GROISMAN, P. YA. et al., 2005: Trends in intense precipitation in the climate record, *J. Climate*, 18, 1326–1350.
- KUNDZEWICZ, Z. W., D. GRACZYK, T. MAURER, I. PRZYMUSIŃSKA, M. RADZIEJEWSKI, C. SVENSSON and M. SZWED, 2004: Detection of change in world-wide hydrological time-series of maximum annual flow. WCASP-64, WMO, Geneva.
- KUNDZEWICZ, Z.W., D. GRACZYK, T. MAURER, I. PRZYMUSIŃSKA, M. RADZIEJEWSKI, C. SVENSSON and M. SZWED, 2005(a): Trend detection in river flow time-series: 1. annual maximum flow. *Hydrol. Sci. J.*, 50(5): 797–810.
- KUNDZEWICZ, Z. W., M. RADZIEJEWSKI and I. PIŃSKWAR, 2006: Too much, too little: precipitation extremes in the changing climate of Europe, *Clim. Res.* (in press).
- KUNDZEWICZ, Z. W. and A. ROBSON (Ed.), 2000: Detecting trends and other changes in hydrological data. World Climate Programme–Water, WCDMP-

45, WMO/TD–No. 1013, WMO, Geneva.

- KUNDZEWICZ, Z.W. and A.J. ROBSON, 2004: Change detection in river flow records-review of methodology. *Hydrol. Sci. J.*, 49(1): 7–19.
- KUNDZEWICZ, Z.W., U. ULBRICH, T. BRÜCHER, D. GRACZYK, A. KRÜGER, G. LECKEBUSCH, L. MENZEL, I. PIŃSKWAR, M. RADZIEJEWSKI and M. SZWED, 2005: Summer floods in central Europe—climate change track? *Natural Hazards*, 36(1/2), 165–189.
- MANABE S., P.C.D. MILLY and R. WETHERALD, 2004: Simulated long term changes in river discharge and soil moisture due to global warming. *Hydrol. Sci. J.*, 49(4), 625–642.
- MILLY, P.C.D., R.T. WETHERALD, K.A. DUNNE and T. L. DELWORTH, 2002: Increasing risk of great floods in a changing climate. *Nature*, 415, 514–517.
- MUDELSEE, M., M. BÖRNGEN, G. TETZLAFF and U. GRÜNEWALD, 2003: No upward trends in the occurrence of extreme floods in central Europe, *Nature*, 421, 166–169.
- PALMER, T.N. and J. RÄISÄNEN, 2002: Quantifying the risk of extreme seasonal precipitation events in a changing climate. *Nature*, 415, 512–514.
- RADZIEJEWSKI, M. and Z. W. KUNDZEWICZ, 2004(a): Development, use and application of the HYDROSPECT data analysis system for the detection of changes in hydrological time-series for use in WCP-Water and National Hydrological Services. WCASP-65, WMO, Geneva.
- RADZIEJEWSKI, M. and Z.W. KUNDZEWICZ, 2004(b): Detectability of changes in hydrological records. *Hydrol. Sci. J.*, 49(1), 39–51.
- SVENSSON, C., Z.W. KUNDZEWICZ and T. MAURER, 2004: Trends in flood and low flow series (POT). WCASP-66. WMO, Geneva.
- SVENSSON, C., Z.W. KUNDZEWICZ and T. MAURER, 2005: Trend detection in river flow series: 2. Flood and low-flow index series. *Hydrol. Sci. J.*, 50(5), 811–824.

Комплексное регулирование паводков: некоторые проблемы окружающей среды

Статья подготовлена Ассоциированной программой по регулированию паводков (Секретариат ВМО)

Регулирование паводков играет важную роль в деле защиты людей и социально-экономического развития в поймах. К сожалению, стратегии, опирающиеся на структурные решения (плотины и водохранилища, защитные дамбы, обходные каналы и т.д.) изменяют природную окружающую среду реки, что наносит ущерб среде обитания и приводит к потерям в биологическом разнообразии и продуктивности природных систем.

Настоятельная необходимость устойчивого развития привлекла внимание общественности к важности рассмотрения негативных последствий указанных мер защиты от паводков. В связи с этой необходимостью появилась новая концепция, предусматривающая переход от борьбы с паводками к комплексному регулированию паводков (КРП) (2004 г.). Дegradaция окружающей среды может потенциально угрожать человеческому обществу в таких областях, как безопасность жизни, экономическое благосостояние, продовольственная безопасность и безопасность здоровья. Таким образом, важно учитывать экологические последствия при осуществлении деятельности по управлению паводками в контексте как устойчивого развития, так и безопасности человека.

Ряд основополагающих причин, затрудняющих комплексное рассмотрение растущих озабоченностей в отношении деградации окружающей среды, связан с отсутствием взаимопонимания между группами специалистов, представляю-

щих разные дисциплины, по вопросу различных перспектив устойчивого развития. Не хватает должного понимания проблем, поднятых другими. В настоящей статье представлен рациональный и сбалансированный путь рассмотрения проблем окружающей среды при регулировании паводков.

Использование рек в комплексе с поймами

Для сохранения здоровой окружающей среды на реках важно понять их взаимодействие с поймами, которое в основном обусловлено режимами потока (рис.1). Реки постоянно взаимодействуют с поймами. Режимы потока и наносов, взаимодействуя с ложем, береговыми материалами и прибрежной растительностью, постоянно создают и разрушают аллювиальные элементы. Сезонное затопление поймы является необходимым требова-

нием для сохранения характеристик речного створа (т.е. речного русла и связанной с ним поймы). Экологическая и морфологическая важность взаимодействия боковых частей в речном створе (рис.2) обусловлена тем фактом, что затопление позволяет водным организмам перемещаться из основного русла или, наоборот, в основное русло. При этом также создаются новые среды обитания, осаждаются часть мелких наносов (включая плодородный органический ил), подкрепляются заболоченные места, обновляются пойменные водоемы и временно аккумулируется вода в пойме, смягчая тем самым наводнение в нижнем течении.

Необходимо поддерживать экологическую и морфологическую взаимосвязь между продольными (водосбор в верхнем течении и участки в нижнем течении) и вертикальными (речной створ и гипорейковая зона) характеристиками при со-

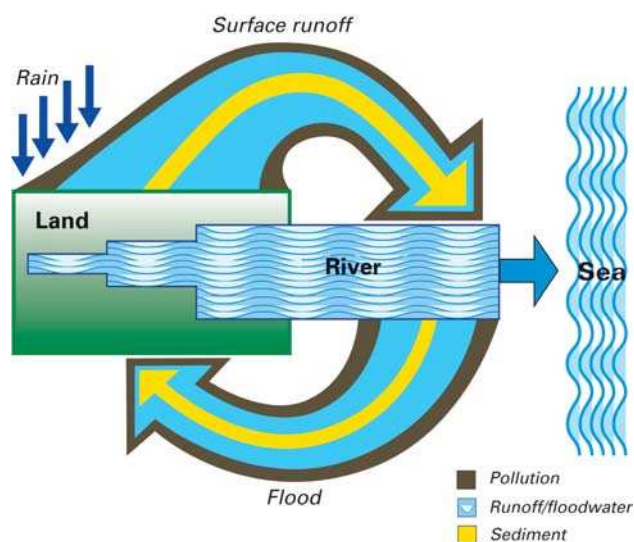
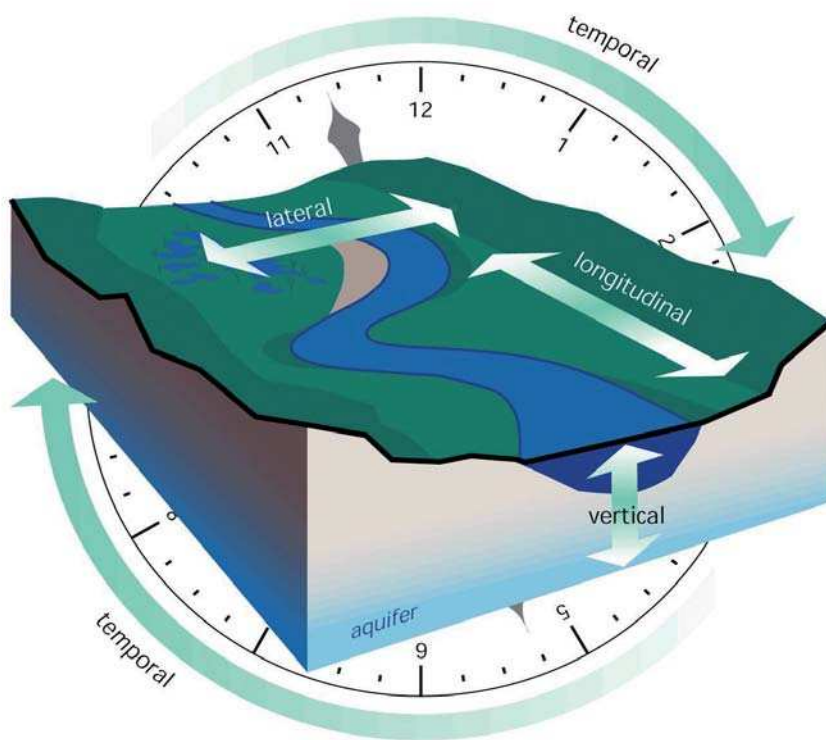


Рисунок 1 –
Взаимодействие
между сушей и водой
(Группа технической
поддержки, 2004 г.)



Федеральная межучрежденческая рабочая группа по восстановлению рек, 1988 г.

Рисунок 2 – Пространственные и временные характеристики речного стока

ответствующем качестве и сезонной изменчивости речных потоков. Потребности большинства речных организмов изменяются не только в течение их жизненного цикла, а также в различные периоды дня или года. Это означает, что организмам необходимо иметь возможность перемещаться между разными участками среды обитания.

Морфология реки и среда обитания рассматриваются в состоянии режима динамического равновесия (т.е. подвижной мозаики). В этой связи необходимо поддерживать структуру и функции речных экосистем, так как от этого зависит большинство экосистемных услуг, предоставляемых в речном створе, которые утрачиваются при упрощении морфологии реки. Традиционные сооружения для регулирования паводков обычно затрудняют такие морфологические и экологические процессы и чрезмерно упрощают речной створ, что приводит к появлению пространственно-однородной экосистемы, которая не в состоянии обеспечить меняющиеся свойства среды обитания для широкого разнообразия речных организмов.

Кроме того, эти речные системы оказывают значительное влияние на прибрежные системы (например, на процессы в эстуариях и дельтах). Это происходит, потому что основным источником пресной воды, наносов и питательных веществ являются речные потоки, в то время как кремний в эстуариях и дельтах рек появляется в результате взаимодействия речных и морских сил вблизи устья. Дамбы и водозаборные сооружения потенциально могут изменять режим потока, а следовательно, и режим поступления наносов в прибрежные зоны, оказывая тем самым влияние на морфологические и экологические процессы в этих зонах. Таким образом, для защиты прибрежных экосистем необходимо эффективно объединить комплексное использование водных ресурсов КИВР и КРП как подкомпонент КИВР с комплексным использованием прибрежной зоны КИПЗ.

Экологически ориентированная основа для процессов принятия решений

Многомерный характер вариантов регулирования паводков диктует не-

обходимость всестороннего, с активным участием общественности, подхода к процессу принятия решений от формирования государственной политики до планирования и осуществления проектов в пределах бассейна. При принятии решений относительно регулирования паводков всегда существуют ограничения. Проблемы связаны с общественными ценностями в контексте либо восприятия рисков, либо увязки экономического развития и охраны окружающей среды. Для того чтобы свести роль субъективных факторов к минимуму, необходима экологически ориентированная основа.

Универсальных решений, которые определяют экологически благоприятные практики регулирования паводков, не существует. Поэтому важно принять практики, соответствующие конкретным гидроклиматическим, топографическим и социально-экономическим условиям бассейна. С точки зрения охраны окружающей среды, можно попробовать трехсторонний подход, предполагающий предотвращение и уменьшение неблагоприятных воздействий на окружающую среду, а также смягчение их последствий без ущерба для регулирования паводков. Желательно минимизировать негативные последствия мер по регулированию паводков, которые ограничивают продуктивность, ухудшают состояние экосистем и качество услуг, предоставляемых экосистемами, в том числе и процессы, смягчающие паводки до практически приемлемого уровня. Элементы экологически благоприятной основы по регулированию паводков для принятия решений обсуждаются в последующих разделах.

Научное понимание и анализ

Научное знание основных концепций, касающихся морфологии и экологии рек и их пойм, имеет принципиальное значение для понимания экосистемных процессов, протекающих в бассейне, и последствий мер по регулированию паводков для экосистем. Проектирование, строительство и эксплуатация новых сооружений с учетом экологических факторов, а также смяг-

чение негативных последствий воздействия существующих сооружений посредством реконструкции и более качественной эксплуатации возможны только при понимании указанных научных концепций.

Существует настоятельная необходимость развития совместных исследований с участием экологов, гидрологов и инженеров в области водных ресурсов, с целью изучения взаимодействий между гидрологическим циклом и деятельностью человека, земной поверхностью и экосистемами. Результаты научно-исследовательских работ и технологии в рамках указанных дисциплин, которые находят применение для конкретных нужд, связанных с регулированием паводков, необходимо перевести на язык, легко понятный для других дисциплин, и совместно использовать. Это потребует диалога между профессионалами, представляющими различные дисциплины и системы понятий, для изучения, помимо прочего, общих взглядов и задач.

Экологическая оценка

Экологическая оценка – инструмент для определения наиболее тщательного анализа воздействий развития на окружающую среду – применяется на различных уровнях принятия решений. Эти уровни варьируются от планирования и разработки политики по регулированию паводков до разработки и осуществления проекта. Чтобы озабоченности в отношении окружающей среды были учтены в управленческих решениях, важно начинать со стратегического уровня (т.е. разработка политики или планирование) (Emerson and Bos, 2004). Стратегическая экологическая оценка с активным участием общественности полезна в качестве подхода для увязки экологических и социальных проблем в целях оказания влияния на процессы планирования, принятия решений и осуществления на стратегическом уровне.

Оценка воздействия на окружающую среду, с другой стороны, используется для определения экологических и социальных послед-

ствий предлагаемого проекта до принятия решения.

С помощью оценки воздействия на окружающую среду:

- Облегчается прогнозирование последствий для окружающей среды на ранней стадии планирования и проектирования проекта;
- Определяются пути и средства для сокращения неблагоприятных последствий;
- Формируются проекты, соответствующие местным условиям окружающей среды;
- Предоставляются прогнозы и варианты выбора для лиц, принимающих решения.

Для проведения эффективной экологической оценки важно способствовать установлению диалога между природоохранными органами и органами, отвечающими за развитие с участием информированных представителей общественности.

Экономический анализ с учетом факторов окружающей среды

Процессы принятия решений предусматривают компромиссы, особенно в конфликтных ситуациях. В таких ситуациях важную роль играет экономический анализ с учетом факторов окружающей среды. Анализ затрат и выгод (АЗВ) и анализ по множеству критериев (АМК) являются методиками, которые используются для поддержки принятия решений, когда набор вариантов необходимо проанализировать с точки зрения экономических аспектов. АЗВ полезен, так как позволяет оценить различные варианты путем сопоставления затрат и выгод в денежном выражении. Однако когда экономическая ценность экологических и социальных аспектов не поддается оценке или возникают трудности при их оценке, АЗВ может завуалировать реальные затраты и выгоды проекта, особенно затраты, связанные с утратой экосистемных услуг. АМК, который используется в качестве дополнения к АЗВ, может быть полезен при оценке вариантов, при от-

боре ограниченного числа вариантов для последующего подробного анализа (например, АЗВ), или просто для того, чтобы отделить приемлемое от неприемлемого. Заинтересованные стороны могут использовать АМК в качестве основы для изучения природы выбора, определения критически важных факторов, выявления собственных предпочтений и упрощения процесса выбора критических вариантов. Так как экономическая оценка затрагивает общественные ценности, целесообразно проводить экономический анализ с учетом факторов окружающей среды в тесном контакте и при участии общественности, которую затрагивают проекты.

Участие заинтересованных сторон

Участие заинтересованных сторон лежит в основе процессов принятия решений, касающихся регулирования паводков, на различных уровнях. При КРП цель участия заинтересованных сторон заключается в том, чтобы определить, сформировать, развить, логически проверить и, наконец, осуществить планы и проекты. В связи с тем, что комплексный подход к регулированию паводков требует упорядочения использования водных ресурсов, землепользования, а также стратегии управления окружающей средой и регулирования паводков, необходима координация процессов отраслевого планирования на различных уровнях принятия решений.

Участие заинтересованных сторон в значительной степени варьируется в зависимости от существующих правовых и политических условий. Одни решения находятся полностью в компетенции правительственных чиновников, другие принимаются правительством при некотором участии общественности, третьи могут быть осуществлены только при ее активном участии.

Консультации с общественностью и ее участие также имеют ключевое значение для проведения экологической оценки и экономического анализа с учетом факторов окружа-

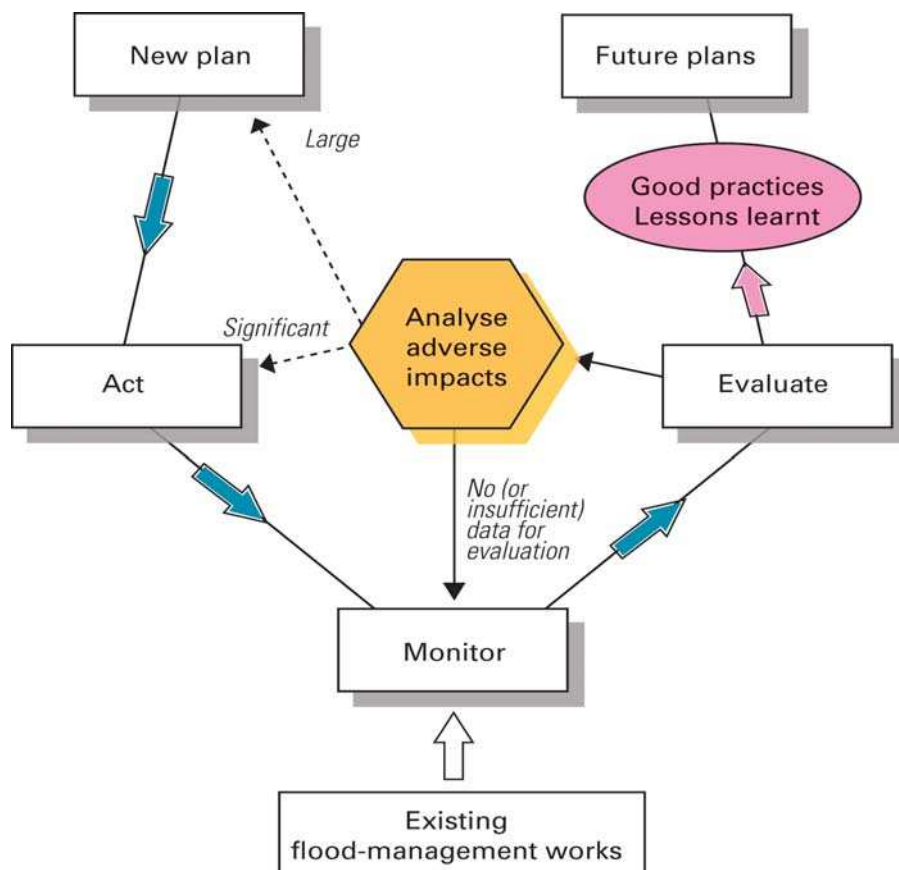


Рисунок 3 – Методы адаптивного управления

ющей среды. Участие общественности соответствующим образом регулируется условиями, уровнем и характерными особенностями политики, планирования, а также проектирования, осуществления и эксплуатации проектов (WMO, 2006(b)).

Для успешного планирования с участием общественности важно разрабатывать механизмы, предполагающие участие общественности, посредством развития соответствующей правовой и институциональной основы и наращивания потенциала различных заинтересованных сторон.

Метод адаптивного управления

Понимание морфологии и экологии реки имеет ключевое значение для КРП, однако научные знания о существующих условиях экосистем носят фрагментарный характер, и поэтому последствия вмешательства человека не полностью изучены. Чтобы учесть эту науч-

ную неопределенность, рекомендуется использовать подход, основанный на принципе осторожности. Адаптивное управление признано методом, способным справиться с научными неопределенностями. С помощью этого метода решения принимаются в ходе текущего научно обоснованного процесса. Метод включает планирование, введение в действие, мониторинг и оценку примененных стратегий, а также предусматривает включение новых знаний по мере их появления в процессы управления (рис. 3).

Результаты мониторинга и оценки используются для коррекции политик, стратегий и практик управления. Метод является отклонением от традиционного управления в том, что рассматривает предпринятые действия как эксперименты, из которых следует извлекать уроки. При использовании адаптивного управления подробно определяются ожидаемые результаты, разрабатываются методы для оценки реагирования и осуществляется сбор и анализ информации для сопоставле-

ния ожидаемых и реальных результатов, извлекаются уроки из проведенного сопоставления и соответствующим образом вносятся изменения в действия и планы (Carr, 1995).

Если структурные сооружения по регулированию паводков уже работают и имеются очевидные неблагоприятные последствия, то не всегда реально их демонтировать. Существующие системы и их работу необходимо надлежащим и понятным образом оценить. Адаптивное управление может сыграть важную роль в такой ситуации с помощью мониторинга текущих условий и оценки существующих данных (если такие имеются). Если очевидна или предвидится постепенная деградация окружающей среды, может потребоваться пересмотр бассейновых планов.

Мониторинг

Важность мониторинга признается с различных точек зрения. Мониторинг различных природных процессов на стадии, предшествующей планированию, обеспечивает базовые данные для оценки ресурсов, рисков и вариантов развития. Мониторинг на стадии планирования сфокусирован на предпринятых действиях, в основе которых выбранный план и аспекты последствий для окружающей среды оцениваются на стратегическом уровне. Мониторинг должен дать ответы на следующие вопросы: достигнуты ли цели, указанные в плане; были ли действия предприняты должным образом на основе плана; есть ли необходимость в том, чтобы исправлять и изменять план? Мониторинг во время и после осуществления проекта важен для того, чтобы оценить, достигнуты ли с помощью сооружения по регулированию паводков желаемые цели.

Мониторинг состояния окружающей среды осуществляется, чтобы оценить, в какой степени проявляются последствия для окружающей среды, предусматриваемые на стадии проектирования и реализации проекта, и эффективны ли, а если эффективны, то насколько, меры, предпринятые для предотвращения этих по-

Учебный курс по картированию опасности паводков

Международный центр по управлению рисками и опасными явлениями, связанными с водой (ИЧХАРМ), организованный под эгидой ЮНЕСКО, с 2004 г. проводит учебный курс по картированию опасности паводков. Всего было обучено 16 человек из 8 азиатских стран. Они научились создавать полезные карты, отражающие опасность паводков. В программу курса включено полевое исследование под названием «Town

watching», во время которого участники посещают и изучают ряд важных мест в Японии, где создаются карты. В этом году (ИЧХАРМ) планирует организовать такой же, но более детальный учебный курс, во время которого участники обмениваются обширными знаниями и опытом, накопленными на международном уровне. **Более подробную информацию можно найти по адресу:** http://www.icharm.pwri.go.jp/centre/index_e.html

следствий. Уроки, полученные в результате мониторинга и оценки, могут улучшить методологию для проектирования будущих проектов.

Механизм осуществления

В большинстве стран нет инфраструктуры, способной усвоить комплексные подходы, а также не хватает инвестиций для поддержки обучения на рабочих местах и взаимодействия между организациями. Отсутствие взаимопонимания между специалистами, представляющими разные дисциплины, а также между специалистами и широкой общественностью еще больше усложняет процесс введения в действие необходимой основы. Нужно вносить изменения во взаимоотношения между организациями, наращивать потенциал на различных уровнях и создавать институты, которые могут поддерживать такую основу с помощью правовых механизмов. Режим правового регулирования может оказать влия-

ние на поведение многих организаций, которые в отсутствие такого регулирования могут и не принимать непосредственного участия в осуществлении программ по регулированию паводков. Законы могут защищать и укреплять права и интересы окружающей среды, факторы которой при отсутствии законов могут не иметь никакого влияния на принятие решений.

Список литературы

Associated Programme on Flood Management (APFM), 2004: Integrated flood management concept paper, APFM Technical Document No.1 (second edition), WMO, Geneva.

CARR, D.S. 1995: Human dimensions in ecosystem management: a USDA Forest Service perspective. In: Chavez, D.J (tech. coord.) Proceedings of the second symposium on social aspects and recreation research; 23–25 February 1994, San Diego, California. General Technical Report.

EMERTON, L. and E. Bos, 2004: Value: Counting Ecosystems as Water Infrastructure, IUCN, The World Convention Union, Gland, Switzerland and Cambridge, United Kingdom.

WMO, 2006(a): Environmental aspects of integrated flood management, Associated Programme on Flood Management, Flood Management Policy Series, Technical Document No. 3, WMO, Geneva.

WMO, 2006(b): Social aspects and stakeholder involvement in integrated flood management, Associated Programme on Flood Management, Flood Management Policy Series, Technical Document No. 4, WMO, Geneva.

Прогнозирование паводков

Карлос Е.М. Туччи и Вальтер Коллишонн*

Введение

Прогнозы речного стока могут быть краткосрочными, с заблаговременностью от нескольких часов до нескольких суток, и долгосрочными, с заблаговременностью до девяти месяцев (Georgakakos and Krysztofowicz, 2001). Краткосрочные прогнозы стока обычно используются для регулирования паводков, однако существует много других ситуаций, когда они оказываются полезными, например, судоходство на реках, когда вес перевозимого груза зависит от глубины незарегулированных рек, ирригация и водоснабжение, а также комплексное использование, например, предупреждение и предотвращение паводков и гидроэнергетика.

Краткосрочное прогнозирование стока осуществляется непрерывно или при возникновении опасной ситуации. Первое обычно требуется для оперативных целей, таких, как гидроэнергетика и навигация. Такое прогнозирование можно классифицировать в соответствии с необходимой заблаговременностью или временем реагирования бассейна на осадки.

Внезапные бурные паводки

Внезапные бурные паводки имеют очень малую заблаговременность и представляют собой сочетание метеорологического явления, обычно связанного с конвективным штормом, с конкретной гидрологической ситуацией, например, малый бассейн, крутой склон или низкая инфильтрационная способность. Этот вид прогнозирования в значительной мере зависит от количественного прогноза осадков (КПО), поскольку временной интервал между осадками и пиком стока очень мал для предупреждения и принятия мер по оказанию помощи пострадавшим во время паводка (Krysztofowicz, 1995). По дан-

ным Georgakakos и Hudlow (1984), в США у 25% сообществ временной интервал между осадками и стоком из бассейна составляет менее четырех часов.

Внезапные бурные паводки обычно связаны с бассейнами в сельской местности, однако в крупных городах (таких, как Сан-Пауло, Буэнос-Айрес, Барселона), где все больше естественных ручьев превращаются в сточные канавы и заключаются в трубы, время концентрации стока уменьшается и увеличивает сток паводка. Управление городской дренажной системой трубопроводов и регулирование дорожного движения во время сильных осадков в сезон дождей требуют



* Институт гидравлических исследований Федерального университета Рио-Гранде до Сул-Порто-Алегре, Бразилия, Tucci@iph.ufrgs.br

наличия системы предупреждения, основанной на оперативной оценке и прогнозе. В городе Сан-Пауло (Бразилия) используется радар и эмпирическая взаимосвязь между его частотой и паводковыми условиями на главном дренажном канале города, чтобы предупредить об опасности и организовать движение городского транспорта.

Прогноз паводка для среднего и крупного бассейнов

Средние и крупные бассейны обычно имеют более длительное время концентрации стока, что дает больше времени на подготовку к бедствию. Однако здесь расположено много гидротехнических сооружений и городов, которые требуют более широкого мониторинга и моделирования, учитывая физические и эксплуатационные ограничения пространства, занятость почвы и водопользование.

Прогноз стока является ценным вкладом в управление водными ресурсами в условиях риска, позволяя снизить размер ущерба, своевременно оказать помощь, повысить эффективность водопользования и защитить окружающую среду. При создании системы срочного оповещения большое значение имеет сочетание мониторинга, моделирования и оперативного управления.

Количественный прогноз осадков (КПО)

Осадки, используемые в сочетании с гидрологической моделью при прогнозировании стока, являются осадками, зарегистрированными до временного шага t . Эти осадки регистрируются дождемерами и должны прогнозировать-

ся на временной интервал между t и $t + \tau$ (заблаговременность). Заблаговременность прогноза на текущий момент составляет 0–3 часа, краткосрочного прогноза – 6–24 часа и долгосрочного прогноза – от 3 до 24 месяцев (Colier and Krysztofowicz, 2000).

Количественный прогноз погоды разработан с помощью статистических средств, радарных измерений, спутниковых изображений и моделирования погоды. В течение многих лет прогноз осадков не учитывался при составлении гидрологических прогнозов стока. Для бассейна с длительным временем концентрации стока это не давало больших погрешностей при малой заблаговременности, однако для внезапных бурных паводков и большей заблаговременности оценка осадков является важным требованием. Для прогноза осадков использовались стохастические и гидрологические модели (Bertoni *et al.*, 1992; Mine, 1998), но качество прогнозов при этом повысилось незначительно, поскольку временные ряды осадков не показывают значительной корреляции, а осадки, определяемые радаром и телеметрическими методами, позволя-

ют оценить лишь метеорологические условия, а также пространственное распределение и направление циклона. Использование мезомасштабных метеорологических моделей для прогноза осадков в сетке, сравнимой с распределенной гидрологической моделью, является одним из комбинированных средств, позволяющих повысить точность оценок (Ibbitt *et al.*, 2000). В качестве граничного условия региональные метеорологические модели используют прогноз глобальной модели, которая воспроизводит всю Землю. Сетка региональной метеорологической модели меньше, чем глобальной, что позволяет лучше представить пространственные изменения.

Гидрологические модели

Гидрологические модели, используемые в прогнозе, являются эмпирическими, концептуальными или сочетают оба вида. Эмпирические модели используют математические уравнения и не связаны с физическими параметрами системы. Концептуальные модели используют гидрологические концепции для воспроизведения характеристик бассейна. Концептуальные модели

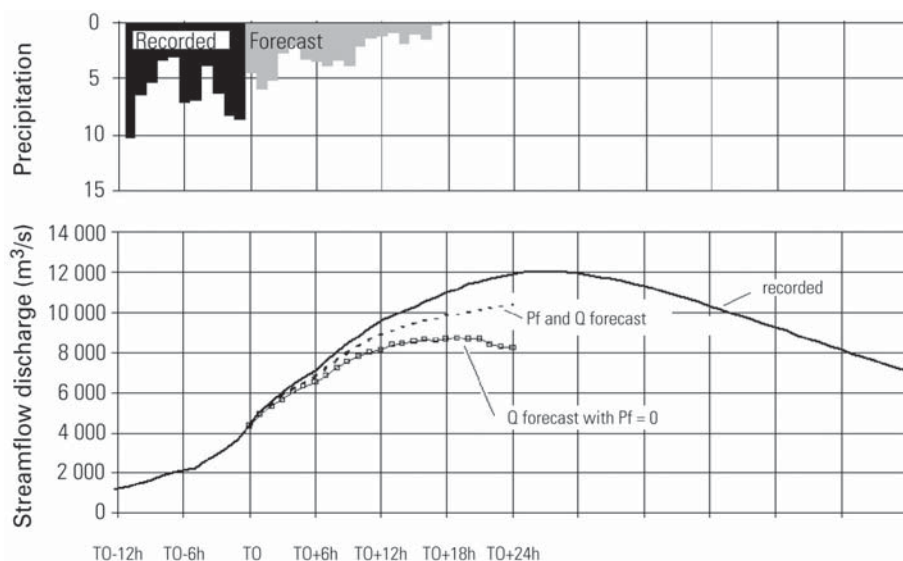


Рисунок 1 – Прогнозы осадков и стока: Q – сток; P_f – прогноз осадков

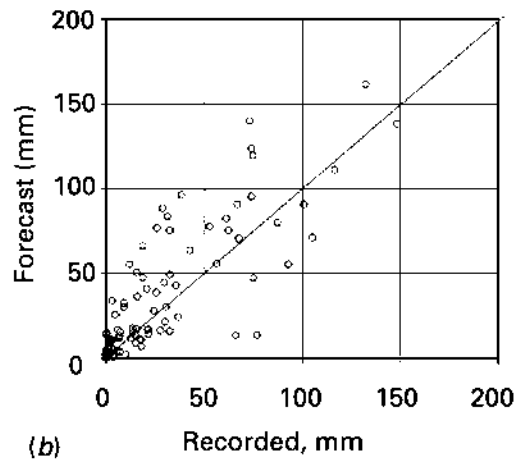
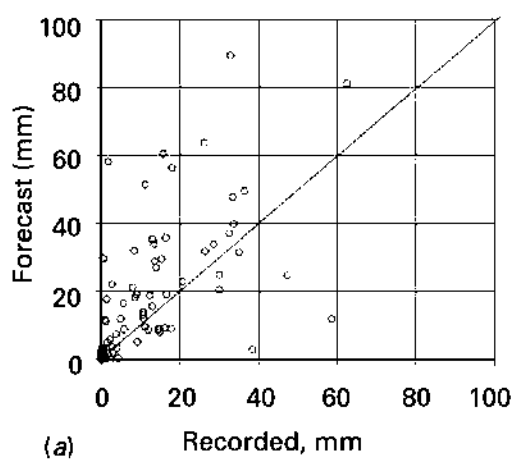


Рисунок 2 – Суммарные наблюдаемые осадки и осадки, спрогнозированные с заблаговременностью трех (а) и семи (б) суток с использованием модели ЕТА на водохранилище Трес Мариас в бассейне реки Сан-Франсиско, Бразилия

обычно имеют два основных компонента: (а) модуль осадки–сток, который преобразует осадки в сток посредством водного баланса гидрологических компонентов, таких, как задержание стока, верхний слой почвы, грунтовые воды и поверхностный склоновый сток; и (б) модуль маршрутирования, который воспроизводит сток в реках и водоемах.

Модели осадки–сток могут быть дискретными или распределенными. Дискретные модели обычно не учитывают пространственную изменчивость осадков, переменные состояния и параметры модели. Эта модель очень хорошо подходит для малых бассейнов, поскольку она проста по структуре, а ее параметры или переменные состояния можно легко обновлять. Распределенные модели можно использовать для суббассейнов или сеток большего разрешения. Преимущество этих моделей состоит в том, что они учитывают пространственные изменения физических характеристик бассейна и условий осадков. Обновление переменных состояний или параметров распределенных моделей является более сложным, чем у стохастической модели, однако благодаря этому можно получить информацию о характеристиках системы в будущем. Стохастическая модель использует информацию о прошлом, чтобы прогнозировать будущее.

Моделирование прогноза паводков имеет следующие стадии: подбор и проверка параметров модели и прогноз. В первых двух ситуациях модель показывает свои свойства на примере исторических данных. В процессе прогнозирования она используется с параметрами, соответствующими прогнозируемым осадкам.

Прогнозирование стока

Прогнозирование стока может осуществляться за счет (а) сочетания наблюдений за уровнем воды вверх по течению и осадков, зарегистрированных (до момента прогнозирования) в промежуточном бассейне; (б) осадков (зарегистрированных до момента прогноза) и модели осадки–сток (процедуры

(а) и (б) используются в течение последних 50 лет на основе простого концептуального или стохастического моделирования гидрологических переменных); (в) прогноза осадков с помощью метеорологической модели и моделирование осадков и стока для прогноза стока (Anderson *et al.*, 2002; Koussis *et al.*, 2003; and Collischonn *et al.*, 2005). Осадки до момента прогноза (на рис.1 отмечены черным цветом) можно измерить телеметрическими дождемерами, спутником или радаром. В развитых странах используют комбинацию всех этих способов, однако в развивающихся странах редко пользуются телеметрическими и радиолокационными данными. Измерение осадков со спутника обходится дешевле, но здесь необходимо оценить целе-

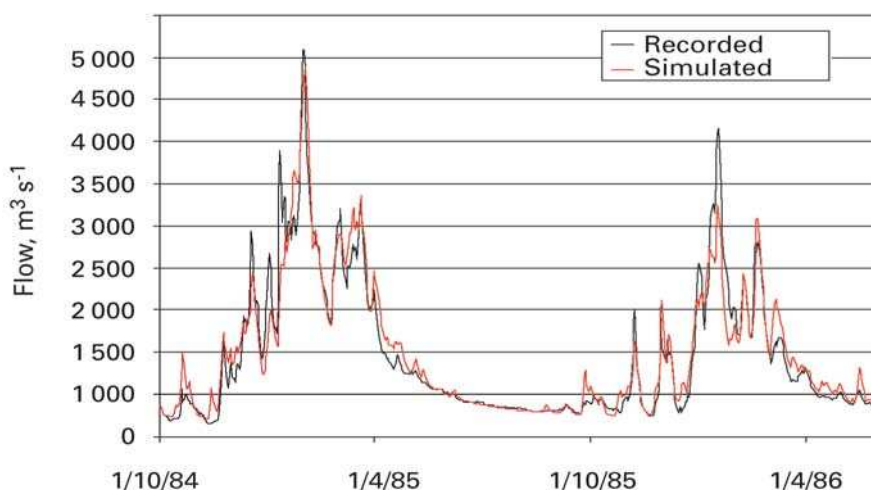


Рисунок 3 – Наблюдаемый сток и сток, воспроизведенный гидрологической моделью на водохранилище Трес Мариас в бассейне реки Сан-Франсиско с октября 1984 г. по май 1986 г.

сообразность этих данных с точки зрения полученных результатов.

Количественный прогноз осадков (КПО) (будущее время: $t + \tau$, на рис.1 обозначено серым цветом) оценивается с помощью следующей процедуры: (а) допускается, что осадки равны нулю, что позволит преодолеть важную погрешность прогноза стока при заблаговременности меньше, чем время концентрации стока (нижний прогноз – на рис.1); (б) осадки прогнозируются с помощью стохастической модели, которая использует информацию за прошедший период с ненадежными результатами; (в) осадки прогнозируются с помощью метеорологической модели, которая дает более хорошие результаты (верхний прогноз – на рис.1).

Ниже представлены некоторые результаты комбинации прогноза на основе метеорологической модели с прогнозом стока в крупных бассейнах Бразилии на основе распределенной модели осадки–сток.

Прогнозирование стока реки Сан-Франсиско

Бассейн реки Сан-Франсиско в районе водохранилища Трес Мариас имеет площадь 50 784 км². Водоохранилище используется для выработки гидроэнергии. Прогноз притока в водохранилище составляется для безопасного функционирования плотин. Выполненное исследование (Tucci *et al.*, 2005) предназначалось для всего бассейна реки Сан-Франсиско (площадью 639 000 км² и протяженностью 2 700 км), а представленные результаты относились к бассейну вверх по течению реки.

Осадки прогнозировались с помощью региональной метеорологи-

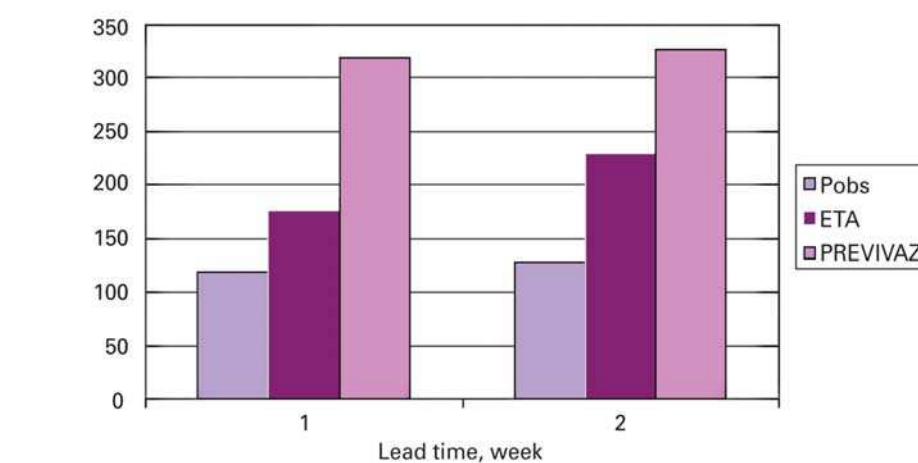


Рисунок 4 – Среднеквадратическая погрешность прогноза с заблаговременностью одной и двух недель с использованием (а) наблюдаемых осадков (Pobs) + гидрологическая модель; (б) метеорологической модели + гидрологическая модель (ETA); (в) стохастической модели (PREVIVAZ)

ческой модели ETA (Black, 1994) с сеткой размером 40x40 км и заблаговременностью 10 суток. На рис.2 показаны наблюдаемые и спрогнозированные (с заблаговременностью 3 и 7 суток) суммарные осадки. Данные сети дождемеров в бассейне подтверждают прогноз.

Распределенная гидрологическая модель MGB-IPH (Collischonn and Tucci, 2001) была приспособлена к бассейну (рис.3). Проверка модели дала надежные результаты. В процессе прогнозирования некоторые переменные можно обновлять, используя последние данные стока, тем самым совершенствуя функциональные характеристики модели.

В ходе прогнозирования использовались следующие три альтернативных варианта: (а) наблюдаемые осадки в качестве входных данных в гидрологическую модель прогноза стока (Pobs). В этом сценарии модель осадки–сток дает погрешность, но она не применима, так как будущие осадки не известны; однако она определяет пределы прогнозирования осадков; (б) осадки, спрогнозированные метеорологической моделью ETA в качестве входных данных в гидрологи-

ческую модель; (в) стохастическая модель, используемая компанией-производителем электроэнергии (Previvaz). Стохастическая модель прогнозирует будущее по данным за прошедший период. На рис.4 видно значительное уменьшение среднеквадратической погрешности прогноза стока, использующего объединение моделей, по сравнению с 45-процентным уменьшением погрешности при заблаговременности одной недели и 27-процентным уменьшением при заблаговременности двух недель. На рисунке также видно, что в течение второй недели прогноз, использующий обе модели, имеет больше возможностей для повышения точности прогноза осадков.

Бассейн реки Уругвай

Прогнозы речного стока на основе количественных прогнозов осадков также проходили проверку на реке Уругвай, в месте расположения плотины Мачадинхо с дренажной площадью почти 32 000 км². В этом случае, по данным Collischonn *et al.* (2005), временной шаг модели поменяли на часовой, благодаря короткому времени реагирования бассейна и наличию часовых

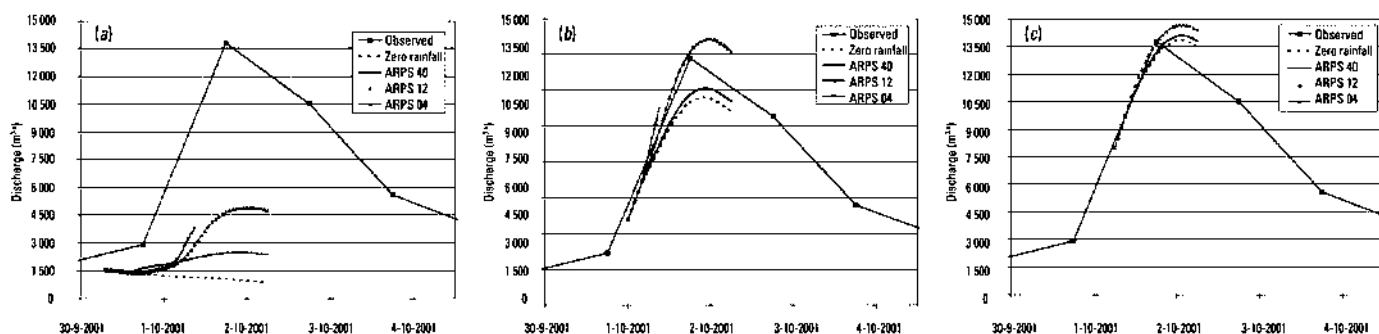


Рисунок 5 – Притоки в водохранилище Мачадинхо: (а) прогнозы в момент $t_0 = 07.00$ часов 30 сентября 2001 г.; (б) прогнозы в момент $t_0 = 00.00$ часов 1 октября 2001 г.; прогнозы в момент $t_0 = 06.00$ часов 1 октября 2001 г. (по данным Collischonn et al., 2005)

данных об осадках. Прогнозы осадков получены при выполнении модели ARPS (Xue *et al.*, 2003) в трех вложенных областях с пространственным разрешением 40, 12 и 4 км. Эта модель используется в рабочем режиме с начала 2003 г. в Федеральном университете штата Санта-Катарина (Haas, 2002).

Рабочие характеристики прогнозов расхода оценивались непрерывно в течение 167 дней на основе одного выбранного паводка, используя прогнозы осадков с тремя пространственными разрешениями. Эти прогнозы также сравнивались с прогнозом, предполагающим (а) отсутствие дальнейших осадков и (б) соответствие прогнозов осадков фактически наблюдаемым осадкам. Этот прогноз является заменителем «идеальных» прогнозов осадков.

Предложенная методология прогнозирования была впервые проверена на примере паводка 2001 г., вероятность повторяемости которого, по оценке, составила около одного раза в 100 лет. Во время этого паводка уровень воды в водохранилище измерялся лишь раз в сутки, поэтому наблюдаемый гидрограф, полученный по водному балансу водохранилища, имеет очень низкое временное разрешение. На рис.5а показаны прогнозы, составленные в 7 часов утра 30 сентября на основе прогнозов осадков в 21 час 29 сен-

тября и данных наблюдаемых осадков до 7 часов утра. В то же время в бассейн пока еще не поступило большое количество осадков, и прогноз речного стока на основе прогноза нулевых осадков показывает понижение уровня.

Прогнозы речного стока на основе численного прогноза погоды показывают более хорошие результаты, хотя все три варианта модели ARPS, по-видимому, недооценивают осадки в этом случае. Прогнозы стока на основе прогнозов осадков при использовании модели ARPS с разрешением 40 км (ARPS-40) точно прогнозируют увеличение стока, однако пиковый расход составляет менее 3 000 м³/с, что значительно ниже наблюдаемого пикового расхода, приближающегося к 14 000 м³/с. Модель ARPS-12 показала себя несколько лучше, дав прогнозы пикового расхода около 5 000 м³/с с заблаговременностью свыше 24 часов. Хотя прогнозируемый расход все еще недооценивается, он может сигнализировать об угрозе достаточно высокого паводка в течение ближайших часов, что позволит принять необходимые меры по предотвращению ущерба.

Как показывает рис.5а, прогнозы расхода на основе модели ARPS-4 с разрешением 4 км, по-видимому, лучше других. Однако такие прогнозы возможны лишь для за-

благовременности 24 часа, а это слишком мало для прогнозов пика гидрографа. На рис.5б показаны прогнозы расхода, выполненные в полночь 30 сентября на основе тех же прогнозов осадков, что и на рис.5а, и данных осадков, наблюдаемых до полуночи. В это время выпало очень много осадков, и благодаря потоку, поступившему в водохранилище Мачадинхо, пиковый расход, согласно прогнозу в 7 часов утра, поднялся значительно выше 5 000 м³/с. Даже прогноз притока при допущении отсутствия осадков показал, что гидрограф поднимется в течение следующих 20 часов и достигнет пика около 12 000 м³/с. Этот прогноз, интерпретируемый как нижняя граница области неопределенности, был бы весьма полезен при работах на плотине. На рис.5б также показано, что прогнозы на основе всех трех моделей ARPS с разным разрешением дали оценки пиковых расходов значительно выше 12 000 м³/с, а в случае с моделью ARPS-12 они приближались даже к 15 000 м³/с.

И, наконец, прогнозы, составленные в 6 часов утра 1 октября, очень схожи при разных прогнозах осадков (рис.5с). Как видно, даже прогнозы нулевых осадков позволили дать хорошие прогнозы притока в водохранилище. Несмотря на неопределенность момента наблюдения пикового стока, на осно-

вании расчета установлено, что пиковые притоки будут наблюдаться рано утром 1 сентября, так что хорошие результаты (рис.5в) можно получить за 10 часов до момента пикового стока.

Результаты, полученные за 167 дней подряд, не так уж хороши (Collischonn *et al.*, 2005). Во многих случаях результаты можно было получить при допущении нулевых осадков, т.е. лучше пренебречь будущими осадками, чем использовать КПО.

Заключение

Прогнозирование паводков является важным социально-экономическим аспектом в управлении водными ресурсами в условиях риска. Усовершенствование прогноза стока требует проведения исследований в области метеорологического и гидрологического моделирования. Для крупных бассейнов необходимо сочетать знания в области метеорологического и гидрологического моделирования со знанием комплексных физических характеристик, а также проводить анализ временных рядов. Результаты, полученные на представленных здесь крупных бассейнах, показывают, что еще многое предстоит разработать, однако наметились позитивные сдвиги, по сравнению с широко используемыми стохастическими средствами. Использование этих средств в развивающихся странах требует усовершенствования сети станций телеметрического мониторинга. Измерение осадков со спутников имеет большое будущее, так как позволит решить проблему отсутствия финансирования и необходимого количества станций.

Высказаны некоторые рекомендации относительно замены процедур, использующих данные речного

стока, с целью улучшения начальных условий для модельных прогнозов; оценки социально-экономической выгоды усовершенствованных прогнозов (Collischonn *et al.*, 2006); адаптации правил работы водохранилища к использованию прогнозов речного стока, которые могут иметь разную степень неопределенности (Bravo, 2006); и использования данных глобального масштаба, таких, как спутниковые оценки осадков (Collischonn, 2006).

Список литературы

- ANDERSON, M.L.; Z.-Q. CHEN; M.L. KAVVAS; A. FELDMAN, 2002: Coupling HEC-HMS with atmospheric models for prediction of watershed Runoff. *Journal of Hydrologic Engineering*, 7, 4, 312–318.
- BERTONI, J.C.; C.E.M. TUCCI; R.T. CLARKE, 1992: Rainfall-based real-time flood forecasting. *Journal of Hydrology*, 131, 313–339.
- BRAVO, J.M., 2006: Reservoir operation optimization based on streamflow forecasts (in Portuguese). M.Sc. dissertation, IPH UFRGS, Brazil.
- BLACK, T.L., 1994: The new NMC mesoscale ETA model: description and forecast examples. *Weather Analyses and Forecasting*, 9, 265–278.
- COLLIER, C.G.; R. KRZYSZTOFOWICZ, 2000: Quantitative precipitation forecasting. *Journal of Hydrology*, 239, 1–2.
- COLLISCHONN, B., 2006: Use of TRMM satellite rainfall in a distributed hydrological model (in Portuguese). M.Sc. dissertation IPH UFRGS, Brazil.
- COLLISCHONN, W.; J.M. BRAVO; C.E.M. TUCCI; B.C. SILVA, 2006: Assessment of benefits of meteorological forecasts used for operation of multiple-use water reservoirs (in Portuguese). IPH UFRGS.
- COLLISCHONN, W.; R. HAAS; I. ANDREOLLI; C.E.M. TUCCI, 2005: Forecasting River Uruguay flow using rainfall forecasts from a regional weather-prediction model. *Journal of Hydrology*, 205, 87–98.
- COLLISCHONN, W.; C.E.M. TUCCI, 2001: Hydrologic simulation of large basins (in Portuguese) *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 6, 1.
- GEORGAKAKOS, P.K.; M.D. HUDLOW, 1984: Quantitative Precipitation Forecast Techniques for use in Hydrological Forecasting. *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, 65, 1186–1200.
- GEORGAKAKOS, K.P.; R. KRZYSZTOFOWICZ, 2001: Probabilistic and ensemble forecasting. *Journal of Hydrology*, 249, 1.
- HAAS, R., 2002: Simulation of orographic precipitation associated to an extra tropical cyclone (in Portuguese). Ph.D. thesis, IAG USP, Brazil.
- IBITT, R.P.; R.D. HENDERSON; J. COPELAND; D.S. WRATT, 2000: Simulating mountain runoff with mesoscale weather model rainfall estimates: a New Zealand experience. *Journal of Hydrology*, 239, 19–32.
- KOUSSIS, A.D.; K. LAGOUVARDO; K. MAZI; V. KOTRONI; D. SITZMANN; J. LANG; H. ZAISS; A. BUZZI; P. MALGUZZI, 2003: Flood forecasts for urban basins with integrated hydro-meteorological model. *Journal of Hydrologic Engineering*, 8, 1, 1–11.
- KRZYSZTOFOWICZ, R., 1995: Recent advances associated with flood forecast and warning systems. *Ver. Geophys.*, 33 Suppl.
- MINE, M., 1998: *Método determinístico para minimizar o conflito entre gerar energia e controlar cheias*. Tese de doutorado, Instituto de Pesquisas Hidráulicas. UFRGS.
- TUCCI, C.E.M.; W. COLLISCHONN; B.C. da SILVA; P. da SILVA DIAS; G. SAMPAIO; SIN CHAN CHOU; J. MARENGO; R.T. CLARKE, 2005: *Previsão Hidroclimática no rio São Francisco*. ANEEL IPH-UFRGS, 400 pp.
- XUE, M.; D. H. WANG; J.D. GAO; K. BREWSTER; K.K. DROEGEMEIER, 2003: The Advanced Regional Prediction System (ARPS), storm-scale numerical weather prediction and data assimilation. *Meteor. Atmos. Physics*, 82, 139–170.

О возможности глобального прогнозирования паводков

Д. П. Леттенмайер¹, А. де Роо² и Р. Лофорд³

Деятельность ВМО, связанная с паводками, направлена на использование методов гидрологического моделирования и прогнозирования, оценки рисков и комплексного регулирования паводков с целью уменьшения последствий бедствий, вызванных паводками, при максимальном использовании благоприятных воздействий паводков. Эта деятельность включает обзор оперативных требований к прогнозам и предупреждениям, отслеживание новых технологических разработок, таких как комплексные системы наземных и спутниковых наблюдений.

Предпринимаются усилия, позволяющие национальным гидрологическим службам обеспечивать сообщества своевременными, более точными и содержательными прогнозами паводков. Это требует соответствующих исследований и дальнейшего укрепления сотрудничества между метеорологическими и гидрологическими службами. Такое сотрудничество приведет к значительному усовершенствованию систем предупреждения о паводках и даст ценную информацию для деятельности по обеспечению готовности и ликвидации последствий бедствий.

Паводок представляет собой широко распространенное стихийное бедствие. По данным Национальной службы погоды США, среднегодовой ущерб от паводков в США за период с 1990 по 2004 г. составил 6,1 млрд долларов США. Последнее исследование Университета ООН показывает, что ежегодно во всем мире воздействию паводков подвергаются свыше полумиллиарда человек, большая часть которых проживает в Азии (на которую приходится 44% всех наблюдаемых в мире паводков и 93% смертей от них за десятилетие 1988–1997 гг.). По данным отчета Всемирного совета по водным проблемам за 2003 г., во второй половине XX века ущерб от паводков и засух во всем мире возрос в 10 раз (с учетом инфляции) и в 1990-е годы достиг 300 млрд долларов США.

Такое увеличение ущерба обусловлено как ростом числа бедствий, так и увеличением ущерба на одно бедствие. Первая причина может носить климатический характер: предполагается, что ускорение глобального гидрологического цикла приведет к увеличению числа гидрологических экстремальных явлений, хотя Pielke *et al.* (2000) обнару-

жили, что увеличение экономического ущерба от паводков в основном связано с общим ростом благосостояния, что делает общество более восприимчивым к экстремальным климатическим явлениям.

Несмотря на серьезность социально-экономических последствий паводков, в настоящее время нет глобальной системы их прогнозирования и отсутствует даже соответствующая идентификация этих бедствий. Большинство развитых стран имеют хорошо оснащенные системы прогноза паводков, которые основаны на сочетании сообщений в реальном времени об экстремальных осадках и других приземных метеорологических переменных, передаваемых *in situ*, радарными (в некоторых случаях спутниками), и данных моделирования.

Однако такие достижения не распространяются на развивающиеся страны. Например, во время паводков в Мозамбике в 2000 г. лишь небольшое число осадкомерных станций в стране осуществляли передачу данных по каналам Глобальной системы телесвязи ВМО; при таком количестве станций прогностическое моделирование, используемое в системах прогноза паводков в развитых странах, не осуществимо.

В качестве альтернативы системам прогноза паводков, основанным

¹ Департамент гражданского строительства и экологических технологий, Университет штата Вашингтон, Сиэтл, шт.Вашингтон, США

² Генеральный директор Объединенного научного центра Европейской комиссии, Испра, Италия

³ Международное бюро проекта ГЭКЭВ, Силвер Спринг, шт.Мэриленд, США

главным образом на наблюдениях *in situ*, могут служить достижения в области крупномасштабного гидрологического моделирования, дистанционного зондирования и усвоения данных, которые позволяют разработать глобальную систему прогноза паводков (включая прогноз на текущий момент). На примере достижений в области использования методов усвоения приземных данных (например, североамериканская система усвоения приземных данных на поверхности суши N-LDAS, Mitchell *et al.*, 2004) и подобных достижений в Европе (система E-LDAS Van den Hurk, 2002) показана способность моделей состояния поверхности суши давать значимые оценки приземных гидрологических условий на больших площадях (почвенная влага, распространение снежного покрова и водный эквивалент, речной сток). Однако до сих пор эта деятельность направлена главным образом на улучшение начальных условий для переменных состояния поверхности суши, используемых в прогнозе погоды.

Мы полагаем, что есть потенциальная возможность эффективно использовать опыт применения N-LDAS и E-LDAS для составления прогнозов на текущий момент и ансамблевых прогнозов паводковых условий в глобальном масштабе. Можно составлять прогнозы путем распространения прогнозов на текущий момент, подобных тем, которые составляются с помощью LDAS с заблаговременностью во времени (в соответствии с усвоением спутниковых данных и данных *in situ* в момент прогноза, которые могут включать распространение снежного покрова, водный эквивалент снега, влажность поверхности почвы и, возможно, приземную температуру), используя методы ансамблевых прогнозов, связанные с моделями прогноза погоды и климата (по-

следние – с максимальной заблаговременностью около 15 суток). Мы кратко опишем работы, выполняемые в США и Франции с использованием краткосрочных климатических и среднесрочных метеорологических прогнозов осадков и других переменных поверхности суши для получения гидрологических моделей, и поделимся некоторыми мыслями относительно того, как эти подходы можно обобщить в глобальном масштабе.

Для более крупных бассейнов точные прогнозы паводков зависят от сочетания (а) способности точно прогнозировать движение воды по системе каналов, (б) способности преобразования осадков и других наземных метеорологических условий в сток, поступающий в систему каналов и (в) точности, с которой могут предсказываться метеорологические условия в прогнозируемый период. Важность этих трех составляющих точности прогноза паводков зависит от ряда факторов, включая геометрию и размер речной сети, количество и местоположение вертушек, предыдущие гидрологические условия (включая условия почвенной влаги и снежного

покрова), а также факторы, влияющие на гидрологическую реакцию речного бассейна (такие как почва, топография, растительность и геология). Наиболее динамичными из этих факторов являются предшествующие условия почвенной влаги и гидродинамики реки, и, следовательно, необходимо выполнять их наблюдение и/или прогнозирование. Мы кратко обсудим стратегии, пригодные для использования информации, как в рамках текущего моделирования, так и в будущем.

Здесь описывается первый опыт применения двух систем прогноза в реальном времени, предназначенных для их использования на больших площадях и усвоения гидрологических данных, не используемых в оперативном гидрологическом прогнозировании. Система гидрологических прогнозов на западной территории США Университета штата Вашингтон (Wood and Lettenmaier, 2006) предназначена главным образом для выпуска сезонных гидрологических прогнозов по всей западной территории США, однако заблаговременность этих прогнозов составляет всего лишь две недели.

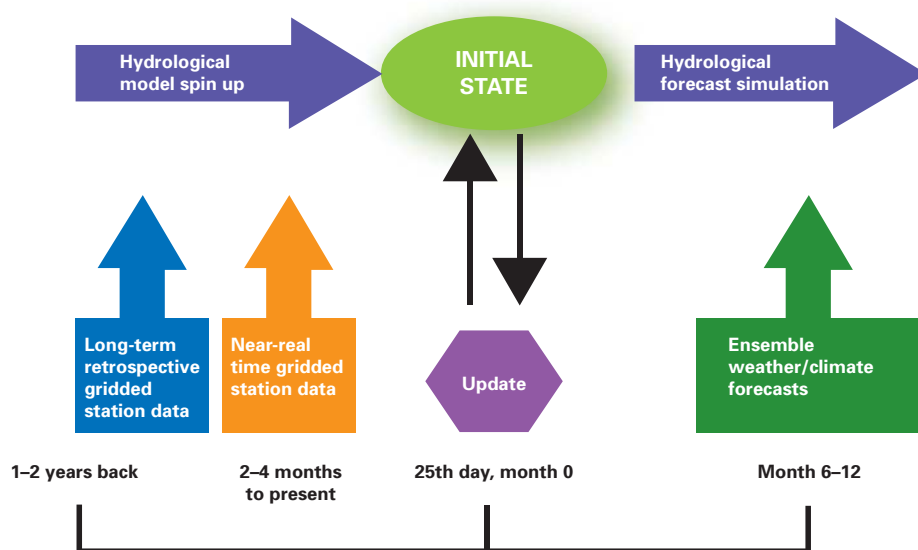


Рисунок 1 – Система Университета шт. Вашингтон для западной территории США, схематично показывающая источники данных о нагоне волны, обновление переменных состояния и драйверы прогнозов

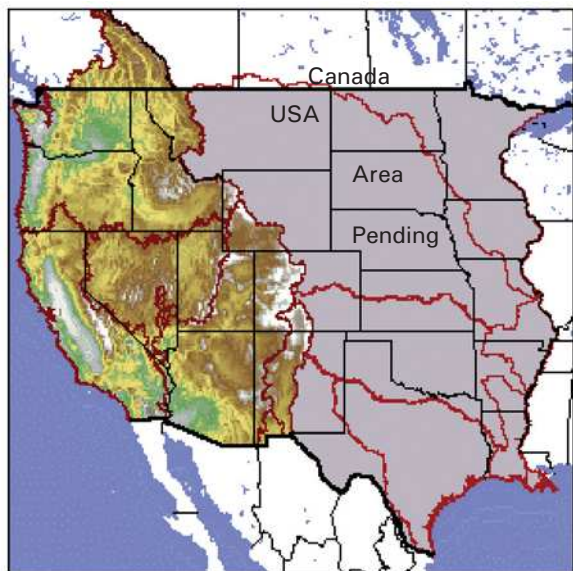


Рисунок 2 – Область системы гидрологических прогнозов Университета штата Вашингтон для западной территории США

На рисунке 1 показана концепция функционирования этой системы, а на рис.2 показана территория, охватываемая прогностической системой. Модель выполняется до момента прогноза, используя данные наблюдений (с координатной привязкой) осадков, температуры и других приземных радиационных и метеорологических воздействий, которые на практике связаны с осадками и температурой. В момент прогноза гидрологические переменные состояния (в частности, водный эквивалент снежного покрова и его распространение, которые являются ключевыми переменными, регулирующими образование стока на большей части западной территории США) обновляются на основе наблюдений *in situ* и/или наблюдений с использованием дистанционного зондирования. Затем на период прогноза в модель добавляют данные по осадкам, приземной температуре воздуха и другим вышеуказанным переменным, которые взяты либо из исторических наблюдений (используя методы, описанные Twedt *et al.*, 1977), либо из ансамблевых климатических прогнозов (с уменьшением масштаба и скорректированных с учетом систематической ошибки, используя методы, описанные Wood *et al.*, 2004). Прогнозы на те-

кущий момент почвенной влаги (на разных глубинах), водного эквивалента снежного покрова, стока и других гидрологических переменных составляются на пространственно распределенной основе, как часть общей процедуры прогноза, наряду с ансамблевыми прогнозами речного стока примерно в ста пунктах прогнозирования на всей западной территории США.

Важным аспектом системы Университета штата Вашингтон является то, что она может служить испытательной моделью для оценки новых развивающихся методов прогноза в квазирабочих условиях. Среди

этих методов ключевым является усвоение данных. Хотя этот метод нашел широкое применение в прогнозировании погоды и климата, в гидрологии он лишь начинает использоваться в качестве оперативного средства.

McGuire *et al.* (2006) описывают эксперимент на реке Снейк на западе США и усовершенствование прогнозов на две недели с использованием данных дистанционного зондирования распространения снежного покрова (MODIS SCA). Как описано у McGuire *et al.* (2006), когда данные MODIS SCA показывают отсутствие снега там, где он предсказывался моделью в момент прогноза, смоделированный водный эквивалент снежного покрова (ВЭСП) обновлялся путем установки ВЭСП на нуль. В тех местах, где данные MODIS SCA показывали наличие снежного покрова, не воспроизведенного моделью, она дополнялась небольшой величиной ВЭСП. Эта процедура выполнялась в дополнение к обновлению ВЭСП с помощью наблюдений в одной точке на сети снегомерных подушек NRCS SNOTEL в соответствии с процедурой, описанной Wood и Lettenmaier (2006). McGuire *et al.*

Фото любезно предоставлено Браниславом Лючином



Паводки в местечке Джаса Томич (Воеводина, Сербия) в апреле 2005 г.

(2006) показали, что обновление данных MODIS в целом снизили средние абсолютные погрешности прогнозов речного стока на две недели в бассейне реки Снейк.

Объединенный центр исследований Европейской комиссии руководит Европейской системой срочного оповещения о паводках (EFAS) (De Roo *et al.*, 2003), которая призвана показать потенциальные возможности прогнозов паводков большей заблаговременности (обычно от трех до четырех суток и больше), чем прогнозы, выпускаемые в рабочем режиме европейскими национальными агентствами прогнозов. EFAS имеет некоторое сходство с вышеописанной системой Университета штата Вашингтон. В частности, она использует ансамблевые среднесрочные прогнозы погоды (а не ансамблевые прогнозы климата) и основана на новейшей макромасштабной гидрологической модели.

Ядром системы EFAS является гидрологическая модель LISFLOOD (De Roo *et al.*, 2000;2002), устройство которой похоже на модель с меняющейся инфильтрационной способностью (МИС). Модель LISFLOOD воспроизводит сток и паводок в крупных речных бассейнах как результат экстремальных осадков. Это – модель пространственно распределенных осадков-стока, которая учитывает влияние топографии, количество и интенсивность осадков, предшествующее содержание влаги в почве, тип землепользования и тип почвы. Модель LISFLOOD воспроизводит паводки, а также непрерывно проверяется на водосборах с использованием различных размеров пикселя (от 1 км и менее до 5 км) и различных временных шагов (от 1 часа и менее до 1 дня). Река Дунай является одним из экспериментальных водосборных бассейнов для

системы EFAS, и накопленный здесь опыт является полезным в отношении возможностей, которые дают скоординированные прогнозы паводков для больших площадей. Дренажная площадь Дуная составляет почти 800 000 км² и охватывает 18 стран. Это – вторая по величине река в Европе и девятнадцатая в списке крупнейших рек мира. Средний расход воды возле устья в Галачи (Румыния) составляет 5 600 м³/с, а пик паводка за сто лет составляет 16 000 м³/с.

Модель LISFLOOD выполнялась в бассейне Дуная с пространственным разрешением 5 км (в настоящее время увеличенным до 1 км в части бассейна). В концептуальном отношении использование модели LISFLOOD для прогноза паводков похоже на установку МИС на рис.1, где модель выполняется до времени прогноза с координатной привязкой, полученной в близком к реальному времени. Расчеты по основной модели, полученные

на основе данных по осадкам и температуре, передаются в реальном времени национальными метеорологическими и гидрологическими службами и управлениями по водным проблемам, которые находятся в 14 из 18 стран бассейна Дуная. Большое количество органов, ответственных за сбор и распространение данных в различных частях Дунайского бассейна, осложняет выполнение модели в реальном времени, поскольку необходимо установить связь с более чем 50 управлениями. Кроме того, как показал опыт, предоставляемые данные обычно сильно отличаются по формату и содержанию соответствующих файлов. Некоторые данные вообще отсутствуют в цифровом формате, что вызывает необходимость проведения дополнительной работы по подтверждению качества данных во времени, близком к реальному.

Модель проверяется сотрудниками Объединенного центра ис-

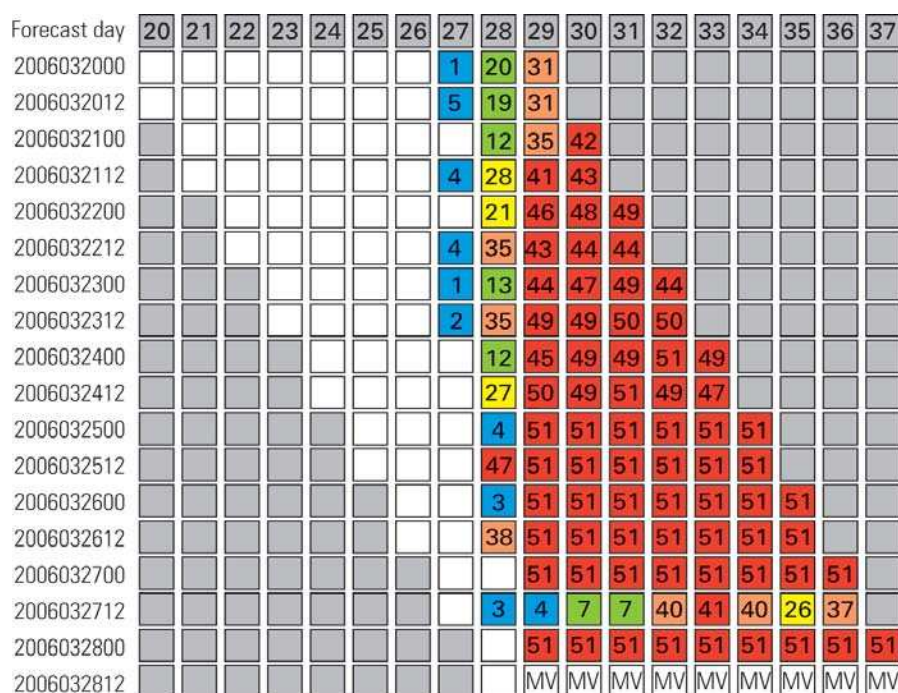


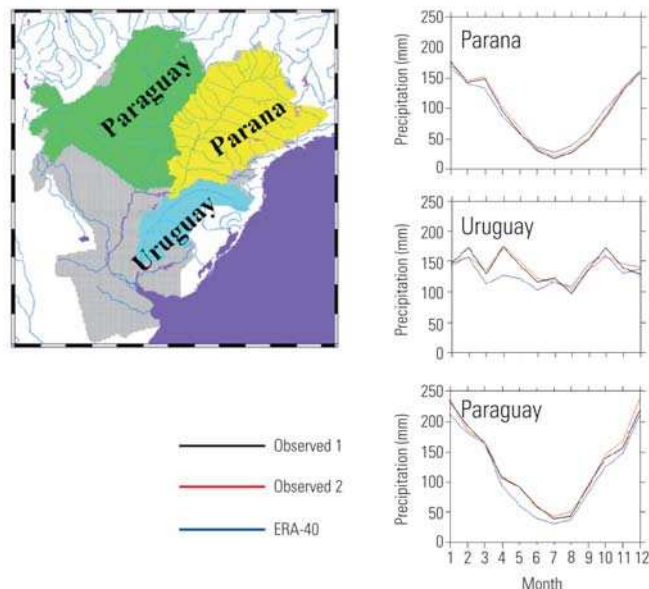
Рисунок 3 – Последовательность срочных оповещений для верхней части реки Влтава (приток Эльбы) начиная с 20 марта 2006 г. с приращениями 12 часов и заблаговременностью 1–10 суток. Числа в квадратах показывают количество ансамблевых членов (из 51), для которых прогнозируется паводок.

следований (ОЦИ) совместно с национальными экспертами из Австрии, Чехии, Германии, Венгрии и Словакии. Калибровка и валидация на основе ретроспективных наблюдений выполняются или завершены на Верхнем Дунае, реке Морава, верхней части реки Савва, реках Хрон, Драва и Тиса с пространственным разрешением 1 км. Проверка выполнения модели в реальном времени на Дунае с разрешением 1 км (в настоящее время разрешение составляет 5 км) начнется летом 2006 года.

Ключевым аспектом системы EFAS, пригодной для повсеместного осуществления, является использование данных о вынуждающем воздействии, применяющихся в прогнозах Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды (ЕЦСПП). В настоящее время EFAS использует детерминистические прогнозы ЕЦСПП на 10 суток (с пространственным разрешением 40 км), а также систему ансамблевых прогнозов ЕЦСПП (САП), состоящую из 51 ансамблевого члена. Весенние паводки в 2006 г. на Верхнем Дунае и в бассейне Эльбы дают интересный материал для исследования возможностей прогнозов паводков промежуточной заблаговременности.

На рисунке 3 показана последовательность ансамблевых прогнозов на 10 суток для верхней части реки Влтава Республики Чехия (в верхнем течении площадь водосбора составляет 2550 км²), которая является притоком Эльбы. На рисунке видно, что уже 20 марта 2006 г. 31 из 51 ансамблевого члена (что соответствует 60-процентной вероятности) прогнозировал превышение предельного уровня воды для 29 марта. Фактически 28 и 29 марта начались паводки, которые привели к напряженной ситуации в

Рисунок 4 – Среднемесячные осадки по данным повторного анализа ERA-40 и наблюдений (данные станций с координатной привязкой) для притоков реки Ла-Плата в Уругвае, Паране и Парагвае за период 1979–1999 гг. (Рисунок любезно предоставлен Фенге Су из Университета шт. Вашингтон)



нижнем течении Эльбы и на Дунае. С течением времени опасность возрастала, и 23 марта органы власти в Чехии получили предупреждение о надвигающейся опасности паводка.

Хотя обе системы (Университета штата Вашингтон и EFAS ОЦИ) в настоящее время проверяются в регионах с использованием достаточно широкой сети данных *in situ*, мы полагаем, что существует потенциальная возможность их использования в менее развитых странах, испытывающих недостаток в данных наблюдений осадков *in situ*. В тех случаях, когда заблаговременность прогноза должна превышать обычное время движения воды по системе каналов, большое значение имеет точная оценка гидрологических начальных условий, и в настоящее время наиболее жизнеспособные методы основаны на непрерывном воспроизведении, что, в свою очередь, требует точных данных об осадках в период нагона волны (рис.1).

Помимо наблюдений *in situ* в регионах, недостаточно обеспеченных данными, существуют два основных варианта, а именно: оценка осадков со спутников и анализ полей на основе моделей численного прогноза погоды. В этих двух

областях проводится активная работа, однако это выходит за рамки данной статьи. Тем не менее имеется обнадеживающая информация из таких источников данных, как повторный анализ ЕЦСПП (ERA-40) (выполненный на основе повторных проверок «замороженной» версии модели прогноза погоды с использованием современных методов усвоения данных).

На рисунке 4 показаны долгосрочные сезонные средние значения осадков, осредненные по двум основным притокам реки Ла-Плата в Южной Америке, в сравнении с наблюдениями по координатной сетке. В среднем оценки, полученные с помощью ERA-40 (которые не зависят от наблюдений: ERA-40 не усваивает осадки), и результаты наблюдений с координатной привязкой удивительно близки. Дальнейшее исследование показывает (рисунки здесь не приводятся) наличие различий между двумя источниками данных с точки зрения пространственного разрешения, но результаты тем не менее обнадеживают.

Другим развивающимся источником данных, которые облегчат глобальное прогнозирование паводков, являются спутниковые наблюдения уровня поверхностных вод.

Спутниковые альтиметры используются с 1980-х годов для определения уровня океана. В технологиях и алгоритмах обработки данных особое значение придается вертикальной точности за счет пространственного разрешения, так что наблюдения пригодны лишь для очень крупных водоемов. Однако, как показано в работе Alsdorf *et al.* (2004), в настоящее время возможно использование профильной альтиметрии, способной давать оценки подъема поверхностных вод с точностью нескольких сантиметров по вертикали с осреднением поверхностной площади менее 1 км². Это является предметом текущего планирования как в Европе, так и в США. Можно легко представить себе системы усвоения данных, в которых гидрологические модели, подверженные воздействию аналитических полей численных прогнозов погоды, оказывают влияние на речную гидравлическую модель, которая усовершенствуется с целью оценки расхода в реальном времени посредством ассимиляции наблюдаемых со спутника профилей поверхностных вод и, в свою очередь, подвергается воздействию ансамблевых метеорологических и климатических рядов в прогнозируемый период. Можно было бы значительно облегчить выполнение таких стратегий за счет использования подходов централизованного прогнозирования, что позволило бы направить ресурсы на массовую обработку данных, контроль их качества и ансамблевое моделирование.

Оба описанных в статье проекта влияют на развитие макромасштабных распределенных систем гидрологических прогнозов и опираются на ансамблевые прогнозы, используя методы, разработанные в ходе Эксперимента с ансамблевыми гидрологическими про-

гнозами ((ЭАГП), Franz *et al.*, 2005). Как отмечено в работе Soroosh *et al.* (2005), многие из этих видов деятельности координируются проектом Глобального эксперимента по изучению энергетического и водного циклов (ГЭКЭВ) Всемирной программы исследований климата (при совместном финансировании ВМО, Межправительственной океанографической комиссией ЮНЕСКО и Международным советом по науке).

Хотя усилия ГЭКЭВ сосредоточены на развитии этих систем, в рамках эксперимента не рассматриваются вопросы применения этих средств специально для прогнозирования паводков. Однако ожидается, что, поскольку тема экстремальных явлений привлекает все более пристальное внимание климатического сообщества, больше усилий будет направлено на развитие глобальных систем мониторинга и прогноза паводков в рамках ГЭКЭВ и других программ гидрологических исследований и наблюдений.

Список литературы

ALSDORF, D., D.P. LETTENMAIER, and C.V. VOROSMARTY, 2003: The need for global, satellite-based observations of terrestrial surface waters, *Eos, Transactions of the American Geophysical Union*, 84, No. 29.

DE ROO, A.P.J., C.G. WESSELING and W.P.A. VAN DEURSEN, 2000: Physically-based river basin modelling within a GIS: the LISFLOOD model. *Hydrological Processes*, 14, 1981–1992.

DE ROO, A.P.J., J. THIELEN and B. GOUWEELEEUW, 2002: LISFLOOD, a distributed water balance, flood simulation and flood inundation model. User manual. Version 1.0. Report of the European Commission, Joint Research Centre, Special Publications No. I.02.131.

DE ROO, A.P.J., B. GOUWEELEEUW, J. THIELEN, P. BATES, A. HOLLINGSWORTH, *et al.*, 2003: Development of a European flood forecasting system, *International Journal of River Basin Management*, 1, 49–59.

FRANZ, K., N. AJAMI and J.C. SCHAAKE, Jr., 2005: Hydrologic Ensemble Prediction Experiment focuses on reliable forecasts, *EOS, Transactions of the American Geophysical Union*, 86, 239.

MCGUIRE M., A.W. WOOD A.F. HAMLET and D.P. LETTENMAIER, 2006: Use of satellite data for streamflow and reservoir storage forecasts in the Snake River Basin, ID, *J. Water Res. Planning and Mgt.*, ASCE, 132, 97–110.

MITCHELL, K E., D. LOHMANN, P.R. HOUSER, E.F. WOOD, J.C. SCHAAKE, A. ROBOCK, B.A. COSGROVE, J. SHEFFIELD, Q. DUAN, L. LUO, R.W. HIGGINS, R.T. PINKER, J.D. TARPLEY, D.P. LETTENMAIER, C.H. MARSHALL, J.K. ENTIN, M. PAN, W. SHI, V. KOREN, J. MENG, B.H. RAMSAY and A.A. BAILEY, 2004: The multi-institution North American Land Data Assimilation System (NLDAS): Utilizing multiple GCIP products and partners in a continental distributed hydrological modeling system, *J. Geophys. Res.*, 109, Art. No. D07S9010.1029/2003JD003823.

PIELKE, R.A., Jr. and M. DOWNTON, 2000: Precipitation and damaging floods: Trends in the United States 1932–97, *J. Climate*, 13, 3625–3637.

SOROOSHIAN, S., R. LAWFORDE, P. TRY, W. ROSSOW, J. ROADS, J. POLCHER, G. SOMMERIA and R. SCHIFFER, 2005: Water and energy cycles: investigating the links, *WMO Bulletin*, 54, 2, 58–64.

TWEDT, T.M., J.C. SCHAAKE and E.L. PECK, 1977: National Weather Service Extended Streamflow Prediction, *Proc. Western Snow Conf.*, Albuquerque, New Mexico.

VAN DEN HURK B., 2002: European LDAS established, *GEWEX News*, 12/2, 9–9.

WMO, 2006. *WMO statement on the status of the global climate in 2005*, WMO-No. 998, Geneva.

WOOD, A.W., L.R. LEUNG, V. SRIDHAR and D.P. LETTENMAIER, 2004: Hydrologic implications of dynamical and statistical approaches to downscaling climate model outputs, *Climatic Change*, 62, 189–216.

Наследие ВМО для XXI века: метеорология как модель для человечества

Джон У. Зиллман

Я предполагал, что с завершением в середине 2003 г. моей работы в качестве седьмого директора Австралийского бюро метеорологии и седьмого Президента ВМО я полностью выполнил свои обязательства публично высказываться о достижениях и задачах национальной и международной метеорологии и могу перейти к более частному размышлению о достоинствах и недостатках почти 50-летнего пребывания в мире погоды и климата.

Для меня было некоторым потрясением, хотя и в сочетании с определенной степенью профессионального удовлетворения, что во время моей работы на названных постах могло бы показаться излишеством, узнать о том, что я назван лауреатом пятидесятой премии ММО и осознать, что вместе с премией появилась обязанность и возможность использовать платформу, которую премия предоставляла на короткое время, поделиться немного мудростью, которую, хотя бы в некоторой степени, я сумел собрать во время своей очень привилегированной жизни в международном метеорологическом сообществе.

Это событие также помогло мне обратиться, хотя и не впервые, но совершенно по-иному, чем прежде, к жизненному пути 49 лауреатов премии ММО, большинство которых я знал и с ними работал, а многие были моими самыми близкими друзьями и наставниками в моей профессиональной жизни. Самым ранним лауреатом,

с которым я познакомился, изучив основы синоптической метеорологии по учебнику, им написанному, был Сверр Петтерссен, который получил десятую премию ММО в 1965 г. и с которым мы вместе с моим коллегой по бюро Билом Доуни, трепеща от восторга, встретились в начале 1970-х годов в университете штата Висконсин по инициативе нашего специального наставника Дона Джонсона. Мне трудно переоценить вдохновение, которое я получил, прослушав серию лекций по научным основам прогнозирования погоды великого Тора Бергерона, ставшего лауреатом премии ММО в 1966 г. А в 1960-е и начале 1970-х годов я читал все, что было переведено на английский язык из написанного на тему атмосферной радиации моим тогдашним научным кумиром, а впоследствии хорошим другом Кириллом Кондратьевым, которому премия ММО была присуждена в 1967 г.

Для молодого бывшего синоптика из Брисбена было особой привилегией и источником вдохновения получить возможность работать в течение 1970-х годов на международных метеорологических форумах с интеллектуальными гигантами поколения Всемирной службы погоды и ПИГАП (Программы исследований глобальных атмосферных процессов) Билом Пристли, Джоном Соьером, Джо Смагорински, Уарреном Годсоном, Джорджем Крессманом, Бобом Уайтом, Бертом Болином, Томом Маломом, Верном Суоми и Джоном Хоутоном, – и это лишь некоторые



Эта статья представляет собой отредактированную и расширенную версию выступления Джона Зиллмана при вручении ему пятидесятой премии ММО, Аделаида, Австралия, 9 мая 2006 г.

из лауреатов премии ММО 1960-х, 1970-х, 1980-х и 1990-х годов, которым я должен заплатить особый долг благодарности за профессиональное наставничество и личную дружбу, а также, конечно, родившемуся в Австралии, по моему мнению, без всяких исключений, разностороннему, выдающемуся метеорологу XX века, моему предшественнику на посту директора Австралийского бюро метеорологии и бывшему первому вице-президенту ВМО д-ру Биллу Гиббсу и моим особым друзьям и коллегам по ранним годам в ВМО Дику Холлгрёну из США, Юрию Израэлю из СССР и Роману Кинтанару с Филиппин.

Перечисляя их достижения и оглядываясь на их жизненный путь и на жизненный путь многих других выдающихся личностей в области метеорологии XX века, чьи имена не появились в перечне лауреатов премии ММО, осознаешь свою незначительность. Но я пришел к рациональному выводу о том, что если мой личный научный вклад кажется небольшим, по сравнению с их вкладом, то, может быть, эта честь выпала мне, потому что я, по крайней мере, был достаточно умен, чтобы понять, как важно учиться на опыте других и не отбрасывать слишком быстро мудрость, накопленную в прошлом, и, может быть, это понимание помогало мне время от времени смотреть чуть дальше, чем было возможно, и это происходило только потому, что у меня была возможность смотреть вперед из-за плеч гигантов.

Хотя сейчас я вижу будущее не так ясно, как мне казалось я видел четверть века назад, я благодарен за возможность поразмышлять по ряду проблем, которые, судя по всему, имеют непреходящее значение для будущего метеорологии как науки, как профессии и как услуги, которой пользуются практически все люди на нашей планете.

Метеорология как модель для человечества

Чтобы самое важное не затерялось в деталях того, о чем будет сказано далее, я заранее отмечу, что, по моему мнению, работа ММО и ВМО в XX веке сделала международную метеорологию самым лучшим в истории человечества примером устойчивого международного сотрудничества как в области науки, так и в любой другой области. Миру будет обеспечено обслуживание хорошего уровня, если традиции ВМО в области международного сотрудничества останутся прежними в XX веке и если уровень доверия, взаимной поддержки, преданности общему делу, характерный для глобального метеорологического сообщества, получит одобрение в качестве модели для международного сотрудничества в значительно более ши-

роких областях человеческой деятельности.

Сила глобального сотрудничества

Доставляет чрезвычайное удовольствие сознание того, что жизнь была посвящена области, в которой истинное глобальное сотрудничество не только необходимо, но и имеет большую силу, и в которой узлы профессиональной дружбы настолько тесны, что преодолевают расовые, религиозные, культурные, социальные и экономические барьеры. Вряд ли можно отыскать более очевидную демонстрацию силы глобального сотрудничества на благо всего мира, чем наследие, оставленное интернациональной дружбой, построенной в первые годы существования ВМО, дружбой, которая на пике холодной войны служила фундаментом при проектировании и осуществлении Всемирной службы погоды и ПИГАП, которая стала основной предпосылкой грандиозных достижений в области прогнозирования погоды и подготовки предупреждения о неблагоприятных погодных явлениях в 1980-е и 1990-е годы и которая сейчас содействует развитию появившихся возможностей для предсказания глобального и регионального климата. В мире безжалостной конкуренции за использование ограничен-

ных ресурсов всем следует подумать о необычной эффективности и прогрессе Всемирной службы погоды ВМО, посредством которой каждая страна добровольно вносит в общую копилку тот вклад, который может, и всем дается возможность использовать эту службу для предоставления необходимого метеорологического и климатического обслуживания своим национальным сообществам в соответствии с их нуждами.

Свободный и неограниченный обмен данными

Когда я впервые всерьез стал участвовать в мероприятиях в области международной метеорологии в 1960-е и 1970-е годы, казалось само собой разумеющимся, что свободный и неограниченный обмен метеорологическими и связанными с ними данными был настолько непреложным для всех основных целей ВМО и для предоставления по всему миру связанного с прогнозированием погоды и предупреждениями обслуживания, что не было необходимости тратить время на его обоснование или закрепление в нормативно-правовых актах. В 1980-е годы я стал опасаться, но все же совершенно недооценил способность рыночного фундаментализма охватить весь земной шар и внести даже в открытый для сотрудничества мир



Джон Зиллман с медалью премии ММО в окружении Президента ВМО д-ра Александра Бедрицкого (второй слева) и Генерального секретаря Мишеля Жарро (второй справа), а также двух его бывших коллег по Австралийскому бюро, Боба Брука (слева) и Билла Доуни (справа).

международной метеорологии конкурентные установки, которые в течение каких-то нескольких лет привели к угрозе полного прекращения международного обмена данными, являющегося непременным условием повсеместного предоставления метеорологического обслуживания. Одно из величайших достижений ВМО в 1990-е годы состояло в том, что в конечном итоге удалось отвести угрозу мировой войны за данные, противостоять ложным попыткам преобразовать основную метеорологическую информацию из предмета общественного обслуживания в предмет коммерческих возможностей и в значительной степени, хотя и не полностью, восстановить концепцию свободного и неограниченного обмена метеорологическими и связанными с ними данными и продукцией в качестве глобального общественного товара. Одно из самых моих больших разочарований в последние годы пребывания в ВМО было связано с тем, что нам не хватило смелости включить принцип свободного и неограниченного обмена в Конвенцию ВМО, когда мы могли это сделать, что было бы небольшим, но очень важным вкладом в сохранение будущих поколений от повторения самой большой глупости прошлого. Хотелось бы думать, что есть еще некоторая перспектива для широкой общественной поддержки по вопросу укрепления Конвенции, прежде чем следующая волна идеологической моды начнет по всему миру собирать «мозговые центры» для выработки новой политики.

Состав Исполнительного совета

Я вынужден сказать, что на данном этапе в мире, который значительно меньше доверяет многосторонним международным организациям и значительно больше занят вопросами конкурентного преимущества различных стран, чем 60 лет назад, когда обсуждалась Конвенция ВМО, необходимо в сотню раз усилить значение одного из необходимых условий ее успешного осуществления, ко-

торое отцы-основатели перенесли из ММО и встроили в структуру и функционирование ВМО. По моим оценкам, ничто другое не может в большей степени обеспечить целостность, эффективность и слаженность ВМО как специализированной международной организации, чем требование, чтобы члены Исполнительного совета являлись директорами национальных метеорологических и гидрологических служб (НГМС), продвигавшимися по службе благодаря их личному профессионализму, а не как представители своих правительств, для работы в интересах Организации в целом. Это позволило нам создать Всемирную службу погоды на благо всего глобального сообщества, включая (что очень важно) развивающиеся страны, и благополучно и в согласии пройти через холодную войну, и это дало нам возможность в середине 1990-х годов отвести угрозу мировой войны за данные. Это характерная особенность ВМО, от которой никогда нельзя отказываться в угоду политическому экспансионизму или новым модам в методах управления, если мы хотим сохранить целостность и эффективность международного сотрудничества на долгие годы.

Национальная метеорологическая служба

Несмотря на то, что я долгое время отстаивал заложенную в Конвенцию ВМО концепцию, которая предполагает, что ВМО является международным механизмом для координации метеорологических и связанных с ними видов деятельности, осуществляемых странами, а не их национальными метеорологическими службами (НМС), я считаю, что вклад НМС каждой страны-члена или территории в международную метеорологическую деятельность настолько фундаментален, что ВМО никогда не должна проявлять нерешительности при защите глобальной сети НМС и рабочих отношений между ними. В то время как очевидно, что в эпоху глобализации роль государства меняется, я думаю, что нужно обязательно сохранить

НМС в качестве необходимого компонента основной инфраструктуры каждой страны. Не существует другого механизма, способного выполнять базовые национальные обязательства каждого правительства – от устойчивых, скоординированных и стандартизированных наблюдений и сбора данных до предоставления необходимого обслуживания населению в поддержку безопасности жизни и собственности и смягчения последствий стихийных бедствий метеорологического, гидрологического и океанографического происхождения.

Партнерство в области предоставления обслуживания

Предоставление метеорологического обслуживания всегда существовало опираясь на партнерство, взаимную поддержку и добровольное сотрудничество между государственным и частным секторами, академическими кругами и средствами массовой информации. Мне представляется, что будущее будет все больше зависеть от создания на национальном уровне эффективного партнерства между государственным и частным секторами, в рамках которого государственный сектор (т.е. НМС) финансирует и эксплуатирует основную инфраструктуру и предоставляет базовое обслуживание населению, а частный сектор «добавляет стоимость» выходной продукции государственного сектора, удовлетворяя потребности в специализированном обслуживании в поддержку достижения конкурентных преимуществ или личной выгоды частными лицами и организациями, но с точки зрения метеорологического обслуживания мне представляется абсолютно неправильной модная сегодня интерпретация, по крайней мере, в некоторых странах, концепции партнерства между государственным и частным секторами, когда ресурсы частного сектора привлекаются для осуществления государственных функций в ожидании получения личной выгоды инвесторами и акционерами.

Управление в области метеорологии

Работая на высоких постах в Австралийской государственной службе и в ВМО, я застал переход в управлении от простого мира профессионального руководства, интуитивного планирования, основанного на необходимых затратах формирования бюджета, составления кратких отчетов об основных достижениях к миру так называемого нового государственного управления со всеми замысловатыми атрибутами планирования, формирования бюджета и отчетности, ориентированных как бы на конкретные итоги-результаты и нацеленных на повышение эффективности и качества работы посредством принятия ряда как никогда сложных и как никогда взыскательных методик управления и моделей отчетности.

Я не думаю, что результаты оправдали затраты. В действительности, несмотря на то, что вряд ли можно было более активно, чем я, поддерживать важность постановки четких целей, наличия хорошо сформулированной стратегии и широкого участия в формировании планов организации – если бы я это не поддерживал, я бы не смог руководить процессом долгосрочного планирования ВМО в течение 12 лет – я считаю, что бестолковое навязывание последней моды в сфере управления посредством внесения кардинальных изменений без понимания роли, истории и культуры организаций, в деятельность которых вносятся эти изменения, приносит огромный вред работе НМС и других организаций государственного сектора как в развитых, так и в развивающихся странах. Если я что-то и усвоил в свое время, так это то, что внести изменения в работу организаций государственного сектора относительно легко, но изменить их работу к лучшему очень и очень трудно. Если бы меня попросили предложить конструктивные улучшения на будущее, я бы отменил короткие сроки, немедленные результаты, управление изменениями, деловой жаргон и все эти демонстративные

и большей частью бессмысленные механизмы и показатели качества работы и отчетности, которые в настоящее время захлестнули государственный сектор во всем мире, и содействовал бы появлению новой эпохи профессионального руководства, здравого смысла, простоты, доверия и законности.

Рекомендации по управлению

Я первым готов признать, что в мое время в руководстве, системе управления, работе и осуществлении внутренних и внешних контактов Австралийского бюро метеорологии было много недостатков, и я знаю, что работа бюро страдала от моего патологического нежелания выносить решения по вопросам, которые, по моему мнению, еще можно было доработать. Но те случаи, когда работа бюро оценивалась выше, чем работа многих других аналогичных организаций, я бы в значительной степени объяснил тем, что воспользовался самым лучшим советом по управлению организацией государственного сектора. Каждый раз, когда собираешься отдать распоряжение по инстанции, или поставить задачу перед коллегами, работающими с тобой, спроси себя, прежде чем это сделать, сформулировано ли это распоряжение так, что действия, рекомендованные для его выполнения и решения, которые необходимо в связи с этим принять, займут у человека, которому распоряжение будет отдано, максимально короткое время; и если ответ отрицательный, начни сначала и работай до тех пор, пока не получишь положительного ответа. Пребывая на пенсии и нисколько не сомневаясь в том, что мудрость этого совета не подвластна времени, я замечаю, что философия, в соответствии с которой сегодня осуществляется большая часть взаимодействий в мире электронной почты и Интернета, почти диаметрально противоположна. Эта философия призывает заставлять занятых людей обращаться к Web-сайтам в поисках справочной информации, которая им потребуется для принятия решений, и распространять как можно больше



Портрет Джона Зиллмана, Президента ВМО 1995–2003 гг. и лауреата 50-й премии ММО (художник Питер Загерис)

нужной и ненужной информации среди всех, кто придет в голову, в надежде, что найдется, по крайней мере, хотя бы один из тех, кто эту информацию получил, который сделает то, что нужно сделать для решения рассматриваемой проблемы. Без сомнения, все, кто внутри «системы» получают все больше и больше информации, и все работают все настойчивее, чтобы использовать эту информацию, но для меня совсем не очевидно, что система в целом работает лучше. Я настоятельно рекомендую, чтобы хотя бы малая часть сути того совета, который был мне дан 30 лет назад, была трансплантирована в сегодняшнюю практику управления и профессиональную этику взаимодействия с людьми.

Преодоление старых разделений

Одно из самых больших достижений международной метеорологии в последние десятилетия, с моей точки зрения, состояло в том, что удалось почти полностью преодолеть старые разделения дисциплинарного характера с гидрологическим и океанографическим сообществами и между правительственными, и неправительственными секторами метеорологии, а также в том, что поставщики метеорологического обслуживания значительно усилили информационно-просветительскую деятельность

среди сообществ пользователей с помощью Программы метеорологического обслуживания населения и других ориентированных на нужды пользователей инициатив в рамках Программы ВМО по применениям метеорологии и Всемирной климатической программы. Мне представляется, что задача на будущее заключается в дальнейшем укреплении междисциплинарных партнерств и увеличении числа и эффективности каналов взаимодействия с разнообразными группами пользователей, включая группы пользователей из сферы экономики, юриспруденции и государственной политики, опыт и знания которых становятся все более важными для того дела, которым мы занимаемся. Однако мы должны устанавливать эти новые связи, не ослабляя основных достоинств нашей собственной дисциплины и не распыляя силы международного метеорологического сообщества до такой степени, чтобы уже невозможно было оправдать те обоснованные ожидания, которые общество связывает с нами в надежде на непрерывный прогресс в рамках нашей собственной, очень специализированной области науки и предоставления обслуживания.

Связь с экономикой

Несмотря на проблески просвещения, случавшиеся на моем жизненном пути, только к концу моей метеорологической карьеры я овладел первоначальным пониманием основ экономики, потенциальных преимуществ совместного действия метеорологии и экономики в решении ряда крупных глобальных задач нашего времени, и даже важности обеспечения общепринятой экономической основы для предоставления метеорологического обслуживания. Я был пленен тем, что постепенно начал понимать, как много общего между этими двумя дисциплинами и как много они могут потенциально дать друг другу. Я уверен, что метеорологи могут получить большую отдачу от значительно более основательно-го изучения основ экономики, чем это было, когда я получал метеорологическое образование. Когда

недавно я размышлял над задачей расширенной метеорологической поддержки для достижения в Африке целей в области развития, сформулированных в Декларации тысячелетия, я стал более четко видеть, как огромный потенциал, заложенный в метеорологической и климатической информации, профессионально предоставленной и эффективно использованной, можно было бы применить для решения проблем сельского хозяйства, водных ресурсов, энергетики, продовольствия и сокращения бедности в развивающихся странах. Я настоятельно призываю ВМО в процессе своей деятельности строить новые и более эффективные связи с экономическим сообществом.

Комплексный мониторинг и предсказание

В 1970-е, 1980-е и в начале 1990-х годов мы сочли необходимым напомнить миру и самим себе, что климат является такой же важной частью метеорологии, как и погода, посредством того, что учредили Всемирную климатическую программу, используя для нее в качестве фундамента Глобальную систему наблюдений за климатом (ГСНК) как «систему систем» для осуществления наблюдений, построенную на основе Всемирной службы погоды и Глобальной службы атмосферы, а также различных и до того момента большей частью разрозненных наземных, гидрологических и океанографических систем наблюдений, и того, что всерьез приступили к изучению предсказуемости климата, включая оценку риска неблагоприятного для глобальной климатической системы вмешательства со стороны человека. За последние 30 лет достигнут необыкновенный прогресс, и я подозреваю, что очень немногие из тех, кто изучал основы метеорологии в 1950-е и 1960-е годы, могли предвидеть, что проблемы, связанные с климатом, займут первостепенное положение в международных делах. Но я думаю, что настало время вернуться к комплексному подходу к вопросам погоды и климата с точки зрения как наших методов наблю-

дения за системой Земли, так и научных аспектов и организационных мероприятий, необходимых для предсказания и предоставления обслуживания.

Международное партнерство

В мое время было несколько попыток превратить ВМО во всемирную геофизическую организацию, которая выполняла бы в области наук о Земле и окружающей среде те же функции, что ВМО, а до нее ММО выполняли в последнее столетие в области метеорологии и предоставления метеорологического обслуживания. Я же вместо этого всегда поддерживал стратегию ВМО по созданию, с помощью совместно финансируемых международных программ и систем, партнерств с ЮНЕСКО и ее Межправительственной океанографической комиссией (МОК), ЮНЕП (Программа ООН по окружающей среде), ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН) и другими организациями системы Организации Объединенных Наций, ответственными за различные разделы наук о Земле, в уверенности, что это принесет больше пользы для достижения конечной цели, которая заключается в том, чтобы способствовать установлению партнерских отношений, оказанию взаимной поддержки, адекватному распределению ресурсов между НМС и геофизическими организациями на национальном уровне в отдельных странах, а также осуществлению эффективной координации их деятельности.

До последнего времени я был убежден, что модель международного партнерства и совместного финансирования работает хорошо, и я получал большое удовлетворение от очевидного прогресса совместных инициатив, таких, как ГСНК, особенно в связи с тем, как здорово она заключила в себе секрет успеха ПГЭП – эксперимента, который осуществлялся за счет совместного финансирования и при совместном участии межправительственного сообщества (система ООН) и неправительственного научного сообщества по линии

МСНС (Международный совет по науке). Меня также вдохновила растущая поддержка создания на базе модели ГСНК комплексной системы наблюдений за Землей, которая сможет удовлетворить потребности в значительно более полном комплекте данных об окружающей среде, и создания на основе успеха модели Всемирной службы погоды комплексной «сквозной» оперативной системы, обеспечивающей полный цикл от наблюдений до предоставления обслуживания по всем наукам о Земле, который эффективно обеспечивают НМС 187 стран-членов ВМО на национальном уровне по метеорологии. Как и Дик Холлгрэн из США, я рассматривал эти системы в качестве базовой архитектуры конечной комплексной глобальной системы наблюдений за Землей и обслуживания, которую будут совместно использовать НМС и другие ключевые осуществляющие наблюдение и обслуживание организации для скоординированного предоставления базового обслуживания в области окружающей среды на национальном уровне.

Мне не приходило в голову, что, добившись такого прогресса, мы когда-либо будем рассматривать создание новой международной организации вне рамок партнерства ВМО-ЮНЕСКО-ЮНЕП-ФАО-МСНС, по крайней мере, частично конкурирующей с этим партнерством в плане политического профиля, ресурсов и поддержки со стороны сообщества пользователей. Но мы пошли по этому пути, создав ГЕО (Группа по наблюдениям за Землей) и ГЕОСС (Глобальная система систем по наблюдениям за Землей), и в настоящее время перед нами стоит крайне важная задача обеспечить успешное осуществление ГЕОСС с большей отдачей для всех стран, не ослабив или не подорвав ВМО, НМС и любые другие международные и национальные организации, отвечающие за компонентные системы, на основе которых строится ГЕОСС. Оглядываясь назад, я прихожу к выводу, что был неправ десять или около этого лет назад, и что мир мог получить более качественные услуги, если бы в то время мы бо-

лее настойчиво стремились сделать ВМО единой комплексной всемирной геофизической организацией, которая в плане наблюдений за Землей делала бы то, что сейчас пытается делать ГЕОСС, а также могла еще сделать один важный шаг вперед, предоставив основу для скоординированных исследований, моделирования и предоставления обслуживания в области окружающей среды на национальном уровне. Я думаю, что стратегия в рамках сообщества, занимающегося науками о системе Земля, должна состоять в том, чтобы тщательно проанализировать, какую политическую поддержку, отдачу и новые ресурсы можно получить от того, что ГЕО создается вне рамок системы ООН, и деликатно работать либо в направлении слияния, в конечном итоге, ГЕО и ВМО и создания комплексной глобальной организации по наблюдениям за Землей, научным исследованиям и обслуживанию, либо, в глубине души я бы предпочел именно это, в направлении включения ГЕО в состав более крупного межправительственного механизма высокого уровня в рамках системы ООН для обеспечения общей координации и функциональной совместимости различных совместно финансируемых компонентных систем ГЕОСС.

Атмосферные науки и государственная политика

Недавние размышления о ранних годах Австралийского бюро метеорологии очень ясно напомнили мне о том, что центральное место метеорологии в дискуссиях, касающихся формирования государственной политики, не является чем-то новым. Новое в том, что в последние 35 лет появился ряд крупных глобальных экологических проблем, из которых самыми важными являются опустынивание, разрушение озонового слоя и вызванное человеком изменение климата. При решении этих проблем вклад атмосферных наук имеет основополагающее значение для формирования разумной государственной политики в глобальном масштабе. Но существует

неустранимое противоречие между предоставлением наукой информации для формирования государственной политики и ролью ученых в процессе влияния на то, какой эта политика должна быть. Международное метеорологическое сообщество заслуживает большего доверия за своевременное предупреждение об опасности разрушения озонового слоя и парникового потепления, но я все больше обеспокоен действиями тех представителей метеорологического сообщества, которые с трудом завоеванное наукой доверие стремятся использовать для влияния на государственную политику, следуя собственным оценкам того, что необходимо сделать. Я думаю, что это не мудро, опасно и может подорвать доверие к науке, следовательно, и перспективу того, что в будущем научным рекомендациям будет уделяться должное внимание. Я с уважением отношусь к профессиональной честности тех, кто решает, что их особое понимание науки обязывает их стимулировать политические действия, которые, по их мнению, должны следовать из заключений, сделанных наукой, но лично я думаю, что мы как ученые должны сохранять полную объективность в том, как мы представляем научные результаты для использования в формировании политики. Я считаю, что как минимум и здесь нет ничего предосудительного, мы должны следовать простому обязательству: когда мы предоставляем научные рекомендации, мы должны четко представлять для себя разницу между тем, когда мы это делаем объективно, в соответствии с научными нормами и дисциплиной, и когда мы интерпретируем рекомендации с помощью наших собственных систем ценностей и в поддержку наших собственных политических программ действий. Я думаю, что это серьезное обязательство как для международных организаций, таких, как ВМО, так и для отдельных ученых. По моему мнению, Межправительственная комиссия ВМО-ЮНЕП по изменению климата (МГЭИК) до сегодняшнего дня образцово выполняла свои обязательства, и я настоятельно рекомендую тем, кто пытается ис-

пользовать доверие, заслуженное МГЭИК, для поддержки своих сообщений на форумах по выработке политики, придерживаться той же научной дисциплины и точности при использовании языка, которые применялись в процессе подготовки оценок МГЭИК.

Австралийское бюро метеорологии

Для меня было истинным удовольствием и большой честью работать в Австралийском бюро метеорологии большую часть второй половины XX века, а временами и тяжелым бременем находиться на посту директора чуть больше половины этого времени. Бюро является превосходной организацией с историей, которой можно гордиться, и прочно укоренившейся культурой профессионализма, высоким научным уровнем и приверженностью делу обслуживания населения, что с точки зрения организационной слаженности и эффективности работы проявило себя значительно более веско, чем все управленческие предписания, навязываемые извне. По мнению сообщества, работа бюро всегда говорила сама за себя, и, несмотря на бесконечный пересмотр его роли и функционирования, правительства любой направленности неизменно подтверждали его полезность для страны и его место в качестве основополагающего компонента национальной инфраструктуры. Несмотря на то, что, может быть, бюро бывает несколько медлительно, потому что сильно распылено для достижения оптимального уровня эффективности, оно приближается ко второму веку своего функционирования как одна из самых высоко ценимых и широко уважаемых организаций государственного сектора в Австралии.

Метеорология в качестве карьеры

Для меня, метеоролога с почти 50-летним стажем, несомненно, трудно обоснованно и непредвзято судить о карьере метеоролога, по сравнению с карьерами в других

областях. Но так как первые 20 лет я был связан с сельским хозяйством, а позднее потратил определенные усилия, чтобы понять работу других отраслей, связанных с естественными и социальными науками, и поработал с ними, особенно с сообществом предпринимателей, может быть, будет уместно, если я попробую.

Оглядываясь назад, я прихожу к выводу, что несмотря на то что я бы дорого дал, чтобы остаться на ферме или осуществить свое детское желание о поступлении на службу в морской флот (я пытался) или реализовать стремление более зрелого возраста заняться машиностроением, юриспруденцией, медициной, бизнесом и даже политикой, мне все же кажется, что судьба была ко мне благосклонна, направив меня в бюро метеорологии.

Когда ты становишься метеорологом, ты становишься членом совершенно особой международной семьи с привилегированным доступом к продолжающемуся всю жизнь наслаждению естественной красотой облаков и неба и пленительной наукой о них. Очень редко в качестве вознаграждения тебе достанется слава и состояние, но ты получишь скромную жизнь и безмерное удовлетворение от работы с профессиональными коллегами из всех стран и из всех уголков земного шара, предоставляя услуги, которые могут принести пользу практически каждому человеку на нашей планете, и которые мало, если вообще направлены на то, чтобы что-то у кого-то отнять.

Надо признать, что время от времени нас критикуют за то, что мы чрезмерно обращены внутрь себя, слишком тесно связаны между собой как профессиональное сообщество, слишком сопротивляемся внедрению идей из других областей и слишком неохотно переходим от метеорологии к другим видам деятельности. С одной стороны, я считаю, что это очень неточная характеристика того, чем является метеорологическое сообщество, потому что мы уже по характеру своей работы обращены к людям и ориентированы на удов-



летворение потребностей широкого круга заинтересованных сторон и групп пользователей более, чем представители какого-либо другого известного мне сообщества. Но то, в чем эта характеристика соответствует действительности, я рассматриваю не как слабую, но как одну из самых сильных сторон метеорологии; это то, что является результатом сильного командного духа, который постепенно выковывается среди тех, кто круглосуточно работает вместе в небольших группах в условиях, когда угроза бедствия может возникнуть в любое время дня и ночи, когда нельзя ни малейшего кусочка информации пропустить, ни единой минуты потратить впустую при принятии на себя груза тяжелой ответственности за объявление режима полной готовности; это то, что позволяет сотруднику метеорологического бюро, быть радужно встреченным в любом другом метеорологическом бюро, где угодно в мире, если он зайдет туда днем или ночью. По моему мнению, мы получили право черпать

великую силу из особых обстоятельств, сложившихся в метеорологии, которые делают нас такими, ни на кого непохожими, и гордиться тем, что являемся частью такого сплоченного профессионального сообщества.

Оглядываясь назад и заглядывая вперед

На церемонии закрытия Четырнадцатого Всемирного метеорологического конгресса 23 мая 2003 г. я был тронут, оглядываясь назад и вспоминая время, когда я впервые стал участвовать в работе ВМО, и заглядывая вперед, чтобы оценить потенциальные возможности для международного сотрудничества в области метеорологии в XXI веке. Используя те же, что и тогда слова, я бы хотел еще раз поразмышлять о безмерном удовлетворении, которое выпадает на долю тех, кто становится частью семьи ВМО, и еще раз подтвердить мою уверенность в силе, единстве, целостности и социальной важности, присущей науке и учреждениям международной метеорологии.

Во время моего первого конгресса в 1975 г. я пошел в Швейцарские горы вместе с рядом выдающихся деятелей периода становления ВМО, которые работали по разные стороны ужасной холодной войны, но которые тогда были тесно связаны дружбой, движимые общей любовью к метеорологии и верой, в то, что сила международного сотрудничества сотворит в мире добро.

Я научился от них тому, что в ВМО мы, действительно, одна большая, тесно сплоченная международная семья. Точно так же, как я был пленен красотой и яркостью гор, мои глаза были широкого открыты для восприятия огромного потенциала международного сотрудничества, который можно использовать для повышения качества и полезности метеорологического и гидрологического обслуживания, и я стал более четко видеть, как структура, которую создали отцы-основатели, могла бы служить основанием для еще большего вкла-

да в повышение этого потенциала в грядущие годы.

Это унаследованное чувство предвидения будущего, а также дружба и поддержка всех тех, а их слишком много, чтобы всех назвать по именам, кто делился этим чувством и укреплял его почти в течение трех десятилетий, а я потом каждый год возвращал полученное ВМО, укрепили мою веру в то, что мы самое привилегированное, самое единое и самое эффективное международное сообщество в мире.

В первые выходные дни во время Четырнадцатого Всемирного метеорологического конгресса я снова пошел в горы. Утреннее солнце освещало вершины гор, так же, как и много лет назад, но опустился легкий туман, и самые отдаленные вершины исчезли из вида.

То же самое происходит и в науке, и в жизни. Я не вижу так ясно, как когда-то, как мне казалось, видел детали широкой панорамы возможностей, открывающихся в будущем, но я получаю огромное удовлетворение от знания, что в сообществе ВМО есть многие другие, кто видит и кто будет видеть.

Всеобъемлющее чувство, которое охватывает меня в конце карьеры в ВМО, – это чувство благодарности за доверие и поддержку со стороны семьи ВМО, на протяжении всех лет моей работы. Мое восхищение и моя любовь к прекрасным людям из Секретариата не знают границ. Мне очень грустно покидать сообщество ВМО. Я бы хотел найти способ остаться дольше, но мой рассудок еще достаточно хорош, чтобы позволить мне уйти вовремя.

И я уйду со знанием, что я был частью захватывающего и приятного периода в поступательном движении международной метеорологии. Я подхожу к концу моего личного путешествия с чувством удовлетворения от того, что мы смогли сохранить ВМО единой во время ряда чрезвычайно трудных периодов, и глубоко положительной точки зрения возможных достижений ВМО в XXI веке.

Таким образом, вот вкратце мое видение международной метеорологии в период, когда хранение ее ценностей и управление ею переходит к другому поколению. Это одна из самых захватывающих, волнующих и практически полезных областей естественных наук с будущим, которое обещает как устойчивый прогресс, так и происходящие время от времени крупные скачки вперед, такие же эффектные, как и те, что были сделаны в прошлом в других областях. Эта такая же благородная, вдохновляющая и всепоглощающая профессия, как и любая другая, и она может принести всем, кому повезло выбрать ее в юности, удовлетворение длиной в жизнь, от которого почти никто из тех, кто на пенсии не откажется за все материальные блага в мире. Это международная семья, в которой узы доверия и дружбы продолжают преодолевать расовые, религиозные, культурные, социальные и экономические барьеры, позволяя внести пусть небольшой, но очень важный вклад в благородные идеалы и пожелания, с которыми каждое поколение связывает будущее человечества.

Выражение признательности и благодарности

Я хотел бы поблагодарить всех, кто присутствовал на церемонии вручения премии ММО в Аделаиде, вечером 9 мая 2006 г. за то, что позволили мне включить это выступление в программу торжественного обеда на 14 сессии Региональной ассоциации V ВМО (юго-западная часть Тихого океана).

Особенно я хочу поблагодарить Президента и Генерального секретаря за сотрудничество и дружбу в те годы, когда мы вместе работали по делам ВМО, и за то, что они проделали такой длинный путь, чтобы приехать сюда. Для меня было большой честью сменить в качестве Президента ВМО одного из выдающихся деятелей и одного из самых располагающих к себе людей в области метеорологии XX

века, покойного Цзоу Цзинмена из Китая, и я испытал глубокое удовлетворения, передав мантию Александру Бедрицкому, который стал восьмым Президентом ВМО именно тогда, когда руководство Секретариатом перешло к Мишелю Жарро от его выдающегося предшественника, ныне Почетного Генерального секретаря, профессора Патрика Обаси. И Александру Бедрицкому, и Мишелю Жарро, и всему сообществу ВМО, которое они сейчас возглавляют, я желаю большого успеха на грядущем Пятнадцатом Всемирном метеорологическом конгрессе, а также в решении стоящих перед ними задач.

Я также хотел бы выразить огромную благодарность за то, что вручение премии ММО произошло на сессии Региональной ассоциации V ВМО. Практически первое, что я сделал, когда вернулся в Брисбен в 1962 г. в качестве синоптика, было то, что я составил, вычертил и проанализировал свои синоптические карты юго-западной части Тихого океана. Наверно, невозможно было до-

ставить мне большее удовольствие, чем предоставить возможность разделить удовлетворение от работы ВМО с моими коллегами из юго-западной части Тихого океана на сессии РА V под председательством Арона Нгари через 16 лет после того, как мы провели вместе десять удивительных дней, обсуждая работу ВМО во время сессии Региональной ассоциации V в Сингапуре, на которой он присутствовал впервые.

Наконец, я хотел бы поблагодарить всех австралийских коллег, как из бюро метеорологии, так и из других организаций, чья приверженность интересам международной метеорологии – и долгие часы командировок и совещаний, которые являются ее неотъемлемой частью – позволила нам сыграть свою роль на международной арене и принести Австралии хотя бы какую-то часть той огромной пользы, которую получают страны, активно участвующие в работе ВМО. Особая благодарность моему преемнику на посту директора Австралийского бюро метеорологии Джефу Лаву, а так-

же Дугу Гонтлетту, Бобу Бруку, Майку Мantonу, Бобу Краудеру, Джону Моттрему, Майку Хассету, Рею Кантерфорду, Генри Филлпоту, Нейлу Стретену, Хью Хатчинсону, Терри Харту, Мери Войс, Брусу Стюарту, Ангусу МакЭвану, Невиллу Ситу, Питеру Декстеру и Джону Черчу. Все они в разные времена возглавляли или продолжают возглавлять многие вспомогательные органы ВМО, с помощью которых делается реальная работа. И, может, больше других я хочу поблагодарить Кевина О'Лонглина, Вена Тсуи и Рама Кришну, чье совместное руководство международной деятельностью бюро сделало мою жизнь намного проще и приятнее.

Я благодарен моим австралийским коллегам и коллегам из других стран за сотрудничество, поддержку и дружбу на протяжении всей моей метеорологической карьеры. Я хотел бы, чтобы они получили свою часть 50-й премии ММО за то, что вместе смогли внести вклад в прогресс международной метеорологии во второй половине XX века.

Исследование в поддержку усовершенствованных прогнозов и предупреждений о тропических циклонах, выходящих на сушу

Рассел Л. Элсберри*

Бедствия, связанные с тропическими циклонами, выходящими на сушу

Тропические циклоны, выходящие на сушу, вызывают массовую гибель людей и огромный ущерб.

Два циклонических шторма, обрушившихся на Бангладеш 12 ноября 1970 г. и 29 апреля 1991 г., привели к гибели соответственно 300 000 и 130 000 человек. Можно привести примеры выхода циклонов на побережье в других странах: Китай – *Нина*, август 1975 г.; Япония – *Фло*, 1990 г.; США – *Эндрю*, сентябрь 1992 г.; Австралия – *Трейси*, декабрь 1974 г.

Ежегодно во всем мире продолжает ощущаться влияние тропических циклонов, выходящих на сушу. В течение 2004 г. на Японию обрушилось рекордное количество тропических циклонов. В таблице 1 приведены данные об экономическом ущербе в Южной Азии от четырех тайфунов в 2004 г. К счастью, несмотря на большой ущерб, смертность была относительно низкой для такого количества тропических циклонов. Экономический ущерб и смертность были бы, без сомнения, значительно выше, если бы не многолетние инвестиции, которые Япония вкладывала в традици-

онные наблюдения и наблюдения с помощью дистанционного зондирования, численное моделирование, эффективную систему предупреждений, включающую разнообразные методы передачи предупреждений, программу смягчения последствий бедствий и планы подготовки к бедствиям.

В 2004 г. четыре урагана обрушились на штат Флорида (США). По предварительной оценке, ущерб от них превысил 42 миллиарда долларов США. Так же как и в Японии, число погибших было невелико благодаря разработке эффективной системы предупреждения и инвестициям в программы смягчения последствий бедствий.

Однако ураган *Женн*, вышедший на побережье Карибского острова Испаньола в сентябре 2004 г., унес жизни 3000 человек. Большинство из них погибло из-за наводнения и оползней, вызванных сильным ливнем. Как заметил Джим Дэвидсон из Австралийского бюро метеорологии, губит людей вода. Хотя

ущерб на о. Испаньола значительно меньше ущерба, вызванного выходом тропических циклонов на побережье США, их влияние на инфраструктуру и экономику малых развивающихся стран, таких как Гаити и Доминиканская Республика, настолько велико, что требуется много лет для восстановления разрушенного. Ветры во время урагана *Иван* категории 4 разрушили или повредили множество зданий на небольшом острове Гренада и уничтожили сельское хозяйство. На Гренаде от урагана погибло 39 человек.

Сильнейшим стихийным бедствием в США был ураган *Катрина*, вышедший на сушу 29 августа 2005 г. Шторм разрушил защитные дамбы Нового Орлеана, и 80% городской территории оказалось под водой. Кроме того, штормовой нагон высотой 9–11 м обрушился на прибрежные города соседнего штата Миссисипи, и почти все сооружения на расстоянии 0,5 км от берега были разрушены. Погибло свыше 700 человек, а экономический

Таблица 1 – Число погибших и ущерб от отдельных тайфунов в западной зоне северной части Тихого океана и в Южной Азии в 2004 году. Во всех случаях оценки ущерба приводятся по данным нескольких стран

Имя	Номер	Дата	Число погибших	Ущерб в долларах США ¹
Mindulle	07W	30 июня – 5 июля	> 60	350
Chaba	16W	22 августа – 2 сентября	16	2 000
Songda	18W	6 – 8 сентября	41	9 000
Tokage	23W	19 – 21 октября	80	2 300

* Профессор Рассел Л. Элсберри, аспирантура по техническим и прикладным наукам, Департамент метеорологии, курсы усовершенствования офицерского состава ВМС, Монтерей, Калифорния 93943-5114, США. Elsberry@nps.edu

¹ Оценки ущерба приведены в миллионах долларов США (Источник: Munich Re)

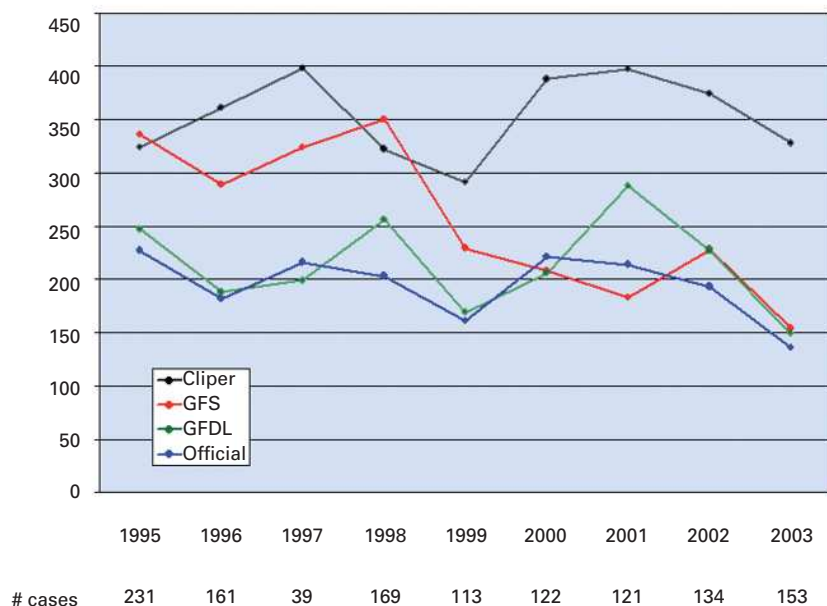


Рисунок 1 – Тренды погрешностей 72-часовой траектории тропического циклона в Атлантике (в морских милях) по прогнозам CLIPER (черная линия), Глобальной системы прогнозов (красная линия), Лаборатории геофизической гидродинамики (зеленая линия) и ПТЦ/Национального центра по ураганам (синяя линия). Объемы выборки для каждого года приведены внизу.

ущерб превысил 80 миллиардов долларов США.

Генеральный секретарь ВМО заявил в своем обращении к Всемирной конференции по уменьшению опасности бедствий (Кобе (Япония), январь 2005 г.): «Уменьшение опасности стихийных бедствий является приоритетной задачей ВМО и ее 187 членов». Первым пунктом в его перечне бедствий значились тропические циклоны, что, несомненно, обусловлено событиями, произошедшими в 2004 г. и ранее. Генеральный секретарь отметил, что цель ВМО состоит в том, чтобы в ближайшие 15 лет наполовину снизить число погибших от стихийных метеорологических, гидрологических и климатических бедствий. Будучи метеорологами, мы знаем, что не в состоянии в одиночку уменьшить смертность. Как указано выше, именно благодаря наличию эффективных систем предупреждения и программ смягчения последствий бедствий число погибших в Японии и в штате Флорида было невелико, несмотря на рекордное количество тропических циклонов в 2004 году.

Возникает вопрос: «Что могут сделать исследователи тропических циклонов для того, чтобы усовер-

шенствовать метеорологическую составляющую эффективной системы предупреждений?» Этому вопросу был посвящен Международный семинар по процессам в тропических циклонах, выходящих на сушу (IWTCLP), который проводился при финансовой поддержке Комиссии ВМО по атмосферным наукам и Программы по научным исследованиям в области тропической метеорологии. Семинар проходил в Бюро метеорологии и геофизики, Макао (Китай). Обсуждались последние достижения в области исследования и прогнозирования тропических циклонов. Также обсуждались проблемы воздействия тропических циклонов, выходящих на сушу, и была установлена очередность решения этих проблем. И, наконец, были предложены пять перспективных программ научных исследований и изучения воздействия на общество, которые помогут повысить качество прогнозов и предупреждений о тропических циклонах, выходящих на сушу.

Последние достижения в области исследований тропических циклонов

Самое большое достижение относится к области понимания и про-

гноза движения тропических циклонов. Большие инвестиции вложены в научные исследования, которые впоследствии привели к усовершенствованию численных моделей. Точность прогнозов траекторий тропических циклонов на 72 часа в настоящее время соответствует точности прогнозов на 48 часов 10 лет назад. На рисунке 1 показан пример инвестиций, вложенных в научные исследования и практические работы Объединенного подразделения по исследованию ураганов (ОПИУ), финансируемые Программой метеорологических исследований США в рамках Программы по ураганам, выходящим на сушу. Погрешности 72-часового прогноза траекторий Глобальной системой прогнозов национальных центров прогнозирования окружающей среды снизились на 40%, и эта система стала одним из самых точных вспомогательных методов для прогнозирования. Модель Лаборатории геофизической гидродинамики была также существенно пересмотрена при финансировании ОПИУ, и за два года точность прогнозов траекторий повысилась более чем на 20%. Необходимо также отметить, что синоптики Национального центра по ураганам (НЦУ) смогли сразу же увеличить стоимость продукции усовершенствованной численной модели, поскольку они являлись партнерами в проектах ОПИУ. В результате в 2003 г. НЦУ приступил к выпуску 5-дневных прогнозов. В случае с ураганом *Катрина* НЦУ дал точный прогноз места выхода урагана на сушу с заблаговременностью более 48 часов.

Помимо усовершенствований в области численных моделей, таких как повышение горизонтального и вертикального разрешения и представление физических процессов, усовершенствованные методы усвоения данных более эффективно используют существующие и новые наблюдения на основе дистанционного зондирования. Например, спутниковые радиолокационные рефлектометры, такие как Quikscat, внесли значительный вклад в повышение точности оценок структуры периферийных ветров (Elsberry and Velden, 2003). Что касается

Тихого океана, над которым регулярная аэрофотосъемка не проводилась с 1987 г., реактивный самолет DOTSTAR осуществляет сброс радиозондов с высоты 12 000 футов во время разведывательных полетов в зоне тайфунов. Япония изучает возможность осуществления коммерческого спонсорства некоторых полетов реактивного самолета в зоне тайфунов. Беспилотные летательные аппараты (БЛА) являются новым средством наблюдений в зоне тропических циклонов.

Стало доступным усовершенствованное графическое представление прогнозов для использования в средствах массовой информации и передачи через Интернет. В настоящее время имеются и другие способы передачи предупреждений о тропических циклонах, например радиотелефоны, пейджеры, непрерывное сообщение информации о погоде по кабельному телевидению и т.д. Поскольку предупреждения можно получить из разных источников, повышается вероятность реагирования общества на них. Более тесная связь между национальными метеорологическими и гидрологическими службами (НГМС) способствует получению новой информации для использования при подготовке предупреждений.

Конкретная цель семинара IWTCLP заключалась в том, чтобы получить информацию о последних полевых экспериментах, таких как Связанный перенос в пограничном слое атмосферы и океана (CBLAST), финансируемый Научно-исследовательским управлением ВМС США. Цель эксперимента CBLAST состояла в том, чтобы проводить наблюдения потоков в атмосфере и океане при ветровом режиме урагана и влияния этих потоков на пограничные слои атмосферы и океана. Например, в сентябре 2004 г., за три дня до выхода урагана *Франсез* на восточное побережье США, была развернута система из 38 поверхностных дрейфующих буйев и 16 подповерхностных океанских ныряющих буйев. Эти буйи обеспечивали беспрецедентные наблюдения эволюции тепловой структуры океана и полей поверхностных

течений во время прохождения урагана. В рамках программы CBLAST также проведены уникальные наблюдения потоков во время полетов на очень малой высоте (60 м), чтобы понять роль морских брызг, образующихся прибоем при высокой скорости ветра. Параллельные наблюдения с помощью сбрасываемого зонда высокого пространственного разрешения будут использоваться для определения оценок атмосферных и морских потоков в зоне «глаза» циклона с применением балансовых методов.

Первым результатом полевых наблюдений CBLAST, численного моделирования и исследований с помощью модели ветровых волн является колебание коэффициента трения при высокой скорости ветра. Согласно допущению предыдущей модели, коэффициент трения продолжал повышаться при скорости ветра свыше 18 м/с. Хотя некоторая изменчивость сохраняется и в результатах CBLAST, вполне очевидно, что коэффициент трения не будет увеличиваться при скорости ветра выше 28–30 м/с. Наоборот, он останется постоянным либо, согласно предположению Powell *et al.* (2003), уменьшится с увеличением скорости ветра. Поскольку эти результаты подтверждаются текущими исследованиями обширного массива данных CBLAST, предполагается, что модификации схем параметризации атмосферных и морских потоков в численных моделях повысят точность прогнозов структуры тропических циклонов (включая изменение их интенсивности).

Другим аспектом проблемы прогнозирования тропических циклонов является так называемый внетропический перенос, при котором почти симметричная структура тропического циклона сначала трансформируется в высоко асимметричную структуру, по мере продвижения к полюсу над зоной

более низких температур поверхности моря и более высокого вертикального сдвига ветра, а затем входит в стадию вторичной интенсификации и преобразуется в структуру интенсивного внетропического циклона. ВМО/КАН/ПИТМ финансировала проведение трех международных практикумов по вопросам, связанным с внетропическими переносами тропических циклонов. На этих практикумах встретились исследователи и синоптики, чтобы понять это явление и обсудить общие проблемы прогнозирования (Jones *et al.*, 2003). Метеорологическая служба Канады организовала серию полетов в циклоны, подвергающиеся внетропическому переносу. Во время одного полета сбрасываемый зонд зафиксировал скорость ветра свыше 70 м/с на высоте менее 1 км над землей (рис. 2). Требуются дальнейшие исследования для того, чтобы понять, как такой сильный ветер может существовать на столь высоких широтах, и определить потенциальный ущерб от локального ветра при выходе циклона на сушу.

Задачи повышения точности прогнозов тропических циклонов

Участники международного семинара IWTCLP расставили приоритеты различных аспектов проблемы выхода на сушу тропических циклонов, для решения которых необходима помощь со стороны научного сообщества. По общему мнению, наивысшим приоритетом является дальнейшее усовершенствование прогнозов траекторий циклонов, включая передачу современных технологий менее развитым странам. Вследствие высокой концентрации населения и сосредоточения торговых и промышленных объектов на побережье необходимо прогнозировать точное

... именно вода губит людей.

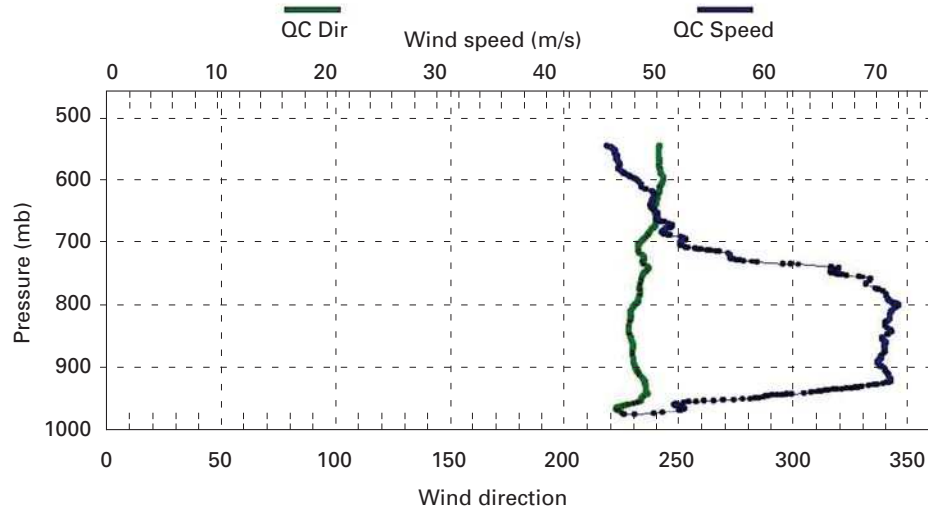


Рисунок 2 – Радиозондовый профиль бывшего урагана Мишель, приближающегося к восточному побережью Канады, который показывает глубокое струйное течение низкого уровня (источник: Крис Фогарти)

место выхода циклонов на сушу с заблаговременностью 48–72 часа, чтобы дать возможность эвакуировать население с островов в барьерной цепи островов и из городов по перегруженным дорогам (особенно если эвакуируются слишком много людей). Рабочая группа по моделированию отметила необходимость наличия более благоприятных начальных условий, особенно структуры тропических циклонов. Для 96% всех глобальных прогнозов траекторий отсутствуют наблюдения *in situ* по тропическим циклонам. В этих случаях должна использоваться некая форма дислокации вихря на основе предыдущего прогноза. И синоптик, и моделирующие группы полагают, что для успешного определения траектории необходимо использовать все наблюдения (особенно спутниковые и радиолокационные) в системе усвоения данных. Четырехмерные вариационные системы усвоения данных позволяют оптимальным образом использовать наблюдения между синоптическими сроками. Системы ансамблевого прогнозирования (САП), которые позволяют оценить неточность траектории, могут использоваться синоптиком для повышения точности прогноза траектории. Однако неясно, обладают ли современные САП подходящим методом расчета членов ансамбля в тропиках.

Второй приоритетной областью исследований является распределе-

ние и количество осадков после выхода на сушу тропического циклона. Эти осадки могут продолжаться в течение многих дней и выпадать на почву, насыщенную предыдущими осадками. Это может вызвать наводнение, а если сильные осадки выпадают в небольшом речном бассейне, то результатом может быть внезапный бурный паводок. В развивающихся странах, не имеющих сооружений по смягчению паводков, целые деревни, расположенные вдоль рек, могут быть смыты. Вырубка деревьев на склонах создает благоприятные условия для оползней, вызываемых сильными осадками, которые сопровождают выход на сушу тропических циклонов. Даже в такой развитой стране, как США, люди гибнут, пытаясь перебраться через поток, не учитывая скорость течения, в результате чего их уносит течением. В этом случае мы имеем дело с проблемой образования населения, а не с метеорологической проблемой.

Как говорилось выше, это дает основание полагать, что «именно вода губит людей», хотя это также может быть связано со штормовым нагоном и повреждением защитной дамбы. Особая ситуация создается тогда, когда приближающийся штормовой нагон встречается с вытекающим речным потоком в прибрежной зоне. В моменты астрономических высоких приливов суммарное повышение уровня воды может быть катастрофичес-

ким. Для определения уровня угрозы этих явлений необходимо проводить исследования рисков с тем, чтобы разрабатывать планы смягчения последствий бедствий.

Осадки над океаном, связанные с тропическими циклонами, носят сложный характер из-за неопределенности притока влаги в систему и потоков влаги снизу. Усвоение данных спутниковых наблюдений водяного пара дает некоторую информацию, однако вертикальное разрешение (точность) вблизи поверхности не является высоким. В момент и после выхода тропического циклона на сушу прогнозирование осадков еще больше усложняется. Воздушная масса, движущаяся над теплыми прибрежными водами океана и затем проходящая над сушей, может привести к быстрому изменению картины облачности и осадков. Если вблизи побережья отмечается сложная топография, дополнительное восходящее движение может привести к экстремальному количеству осадков. Однако, по дождемерным данным высокого разрешения на о. Гуам, уже на расстоянии нескольких километров от побережья количество осадков может быть почти на порядок величины меньше. Таким образом, вопрос, на который исследователи ищут ответ, можно сформулировать так: «Насколько прогнозируемы такие мелкомасштабные структуры в осадках?»

На семинаре были сформулированы следующие требования для усовершенствования количественных прогнозов осадков (КПО):

- Более благоприятные начальные условия за счет увеличения количества наблюдений и повышения качества методов усвоения данных;
- Значительное повышение горизонтального разрешения (2–4 км) по сравнению с современными оперативными моделями;
- Более качественное представление физики влаги, включая микрофизику;
- Более качественное представление пограничного слоя, особенно для сильных ветров при тропических циклонах в момент их выхода на сушу.

Хотя в данном перечне это особо не оговорено, но очевидно, что для КПО необходимо знать точную траекторию циклона в конкретном месте. Скорость перемещения важна для определения начала и продолжительности осадков, поскольку при медленно движущихся тропических циклонах может иметь место экстремальное накопление, даже если циклон находится в стадии шторма, а не в стадии урагана или тайфуна.

Ансамблевый или мультимодельный согласованный подход может привести к вариациям траектории и скорости циклона. Эти вариации могли бы быть полезны для оценки неопределенности предполагаемого накопления осадков, т.е. радарная оценка распределения интенсивности осадков относительно центра циклона могла бы быть рассчитана во всем диапазоне траекторий и скоростей ансамбля в соответствии с результатами текущего эксперимента в Атлантике в рамках проекта Объединенного подразделения по исследованию ураганов.

В некоторых странах разные организации несут ответственность за метеорологические и гидрологические компоненты этой проблемы. Следовательно, важной задачей является эффективность связи между подразделениями и между организациями. Противопаводочные мероприятия требуют качественных долгосрочных оценок экстремального количества осадков, например, в момент выхода тропического циклона на сушу.

По статистическим данным о Гумам, максимальная интенсивность осадков во все временные интервалы, от нескольких минут до нескольких дней, непосредственно связана с тропическими циклонами, т.е. ни отдельные дождевые облака, шквалистые фронты или мезомасштабные конвективные системы, не зависящие от тропических циклонов, не могут соответствовать максимальной интенсивности осадков в тропических циклонах. Таким образом, планирование противопаводочных мероприятий требует качественной оценки

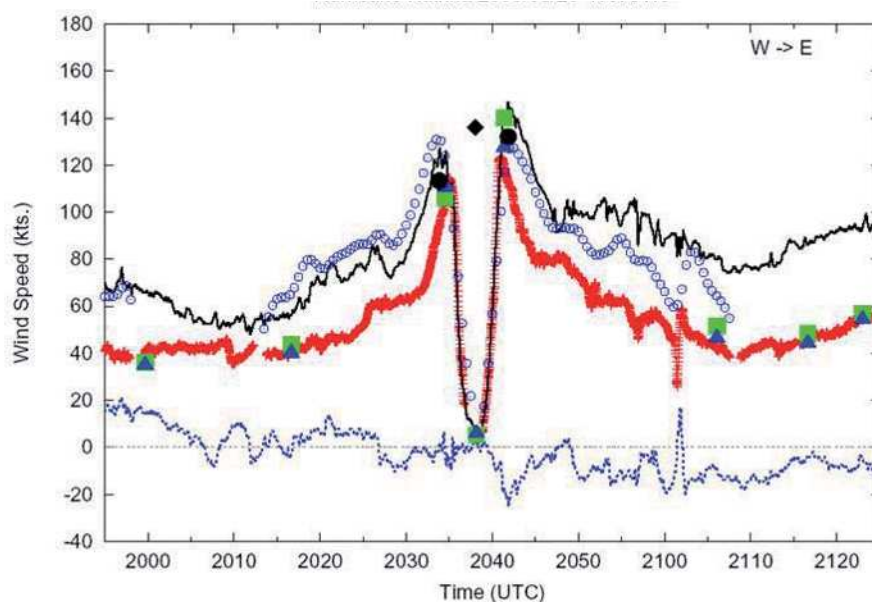


Рисунок 3 – Наблюдения во время урагана Катрина 28 августа 2005 г. тангенциального ветра (черная линия) в сравнении с градиентными ветрами (синие кружки) и радиального ветра (синяя пунктирная линия внизу) на высоте 12 000 футов и на поверхности с помощью микроволнового радиометра ступенчатой частоты (красная линия). Зеленые квадраты обозначают измеренные зондом ветры на уровне 10 м, а синие треугольники обозначают ветры, измеренные на нижнем 150-метровом уровне пограничного слоя (источник: Питер Блэк).

повторяемости осадков или вероятности превышения.

На третье место по приоритетности участники семинара поставили изменение структуры/интенсивности, несмотря на то, что, как полагают некоторые центры предупреждения, в этом прогностическом параметре они меньше всего уверены. Внешняя структура ветра (например, радиусы, при которых обнаруживаются скорости ветра 18 м/с (34 узла) или 26 м/с (50 узлов)) имеет большое значение для управляющих в чрезвычайных ситуациях, поскольку к началу такого сильного ветра (и, возможно, сильных осадков) деятельность по подготовке к бедствию должна быть завершена. Суда в море должны находиться вне зоны сильного ветра (и, возможно, высоких волн) во избежание потери маневренности. Если судам удастся оставаться вне опасной зоны, фактическая интенсивность не имеет значения.

Интенсивность важна для оценки возможного ущерба от ветра и для мероприятий по эвакуации в связи со штормовым нагоном. Чем больше интенсивность, тем дальше в глубь суши может проникнуть нагон, если уровень воды превышает высоту

прибрежного барьера, или вода проникает через брешь в барьере.

Оценки приземного ветра, полученные рефлектометром Quikscat, могут дать радиус ветра с силой шторма (если позволяет прохождение спутника с полярной орбитой). Серия полетов спутника NOAA P-3, оснащенного микроволновым радиометром ступенчатой частоты, обеспечила пространственное разрешение ветров внутреннего ядра в атлантических штормах в 2004 году. Эти наблюдения ветра (рис.3) позволили Национальному центру по ураганам несколько раз скорректировать или пересмотреть оценки радиусов ветра. Однако такие наблюдения структуры ветра внутреннего ядра не могут проводиться за пределами Атлантического океана, и необходимо привести в соответствие скорость ветра профилям радиуса. Из-за отсутствия наблюдений (или неравномерного распределения в зоне шторма) нет подробной информации об изменениях внешней структуры ветра во времени.

По предложению участников семинара IWTCLP, многие требования к повышению качества КПО с помощью моделей должны совпадать с требованиями к усовер-

шенствованию прогноза интенсивности. Прямая связь между усовершенствованием прогнозов интенсивности и качественными прогнозами осадков не обнаруживается в случае медленно движущегося тропического циклона, включающего мезомасштабные конвективные системы или взаимодействия с фронтами, которые определяют распределение осадков (а не динамически ограниченную конвергенцию). Необходимо очень высокое горизонтальное разрешение для разложения на составляющие «глаза циклона» и явлений перемешивания в нем, которые предлагаются в качестве модулятора интенсивности.

При внетропическом переносе циклоны могут быстро перемещаться к полюсу так, что добавление вихревого и фонового потоков приводит к сильному ветровому максимуму справа (Северное полушарие) от траектории. В этих случаях на поверхности океана могут развиваться гигантские волны за счет явления «захваченного нагона», если скорость переноса соответствует скорости внутренних гравитационных волн, что усиление давления ветра способствует непрерывному росту волн. Максимум осадков находится слева от траектории и может привести к значительным осадкам вдоль восточного побережья США или Азии, даже если траектория центра все еще находится на расстоянии от берега. Если среднеширотная барическая ложбина, из-за которой тропический циклон направился к полюсу, уже вызвала осадки фронтального типа вдоль траектории внетропического циклона, может произойти значительное накопление осадков.

Вследствие трехстороннего взаимодействия между тропическим циклоном, среднеширотной барической ложбиной и субтропическим антициклоном обусловленный этим взаимодействием внетропический циклогенез, по-видимому, имеет множественность решений. В Тихом океане с самолетов сбрасывались зонды, измеряющие параметры ветра, чтобы лучше понять изменение этих циркуляций

во время внетропического переноса. Метеорологическое бюро Австралии предпринимает дополнительные целевые наблюдения посредством специальной обработки спутниковых данных о ветре.

Штормовые нагоны, являющиеся четвертым по приоритетности аспектом выхода тропического циклона на сушу, обуславливают многие крупные бедствия, связанные с тропическими циклонами, в развивающихся странах, где люди живут в равнинных прибрежных районах и мало знают или вообще не имеют никакой информации о выходящих на сушу тропических циклонах. В развитых странах, которые в течение ряда лет не испытывали бедствий, связанных со штормовым нагоном, царит благодушие. Более эффективное прибрежное землепользование и более строгие строительные нормы, плюс эффективная система предупреждений являются возможными причинами отсутствия смертей, связанных с нагоном. Общий уровень воды не обусловлен подъемом воды лишь за счет штормового нагона. Скорее всего, общий уровень воды обусловлен совокупным влиянием астрономического прилива, наката и заплеска волн. В разных прибрежных районах отмечаются разные астрономические приливы (например, на восточном побережье Австралии диапазон приливов больше, чем на восточном побережье США) и, следовательно, они в большей или меньшей степени подвержены воздействию нагона, в зависимости от фактических характеристик приливов и уязвимости местности.

Наибольшая неточность в прогнозе штормовых нагонов вызвана незнанием воздействия метеорологических факторов. Неточность скорости ветра увеличивается за счет того, что давление ветра, необходимое для образования модели нагона, зависит от квадрата скорости ветра. Если известно распределение этого давления и достоверность моделей нагона достаточно высокая, то будет достаточно точно известна максимальная высота нагона. Это позволяет предположить, что траектория известна, поскольку

максимальная высота нагона справа (Северное полушарие) от траектории будет сопровождаться минимальными высотами (отрицательные уровни воды) в противоположной полуокружности. Неточность траектории является важным фактором для динамических моделей штормового нагона, которые могут использоваться в реальном времени. Если распределение связанного с нагоном давления, используемое для воздействия на модель штормового нагона, смещается на ширину «глаза циклона», то максимум пройдет по неверному участку побережья, либо в неверной бухте или узком заливе.

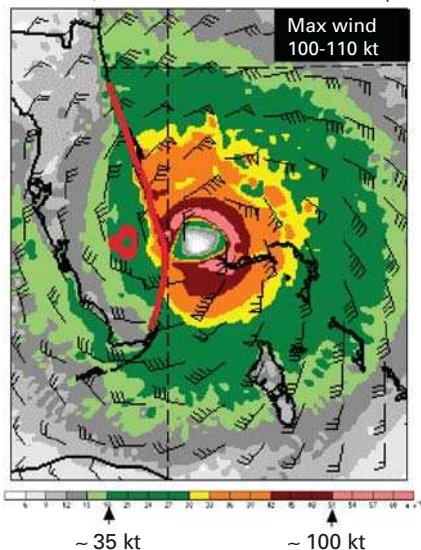
Предлагаемые проекты будущих исследований

Учитывая достижения в области научных исследований и приоритетные требования со стороны синоптиков и ученых, на семинаре рассмотрены и одобрены четыре научных метеорологических проекта, и большое внимание уделено аспекту влияния на общество. Несмотря на некоторое совпадение целей проектов, на этой стадии они считаются достаточно независимыми, и возможности для сотрудничества решено обсудить позднее. Для успешного осуществления проектов необходимо следующее: кадровый состав исследователей и/или синоптиков, которые будут нести ответственность за выполнение проекта; руководители проекта должны обеспечивать финансирование вплоть до завершения проекта. Поскольку проблема выхода тропических циклонов на сушу является общей для многих стран мира, ВМО является организацией, призванной содействовать таким проектам.

Сопоставление моделей прогноза выхода тропических циклонов на сушу

На семинаре IWTCPLP несколько групп исследователей представили оптимистические прогнозы изменений интенсивности и структуры тропических циклонов, а также реалистическое распределе-

10-m wind; 48 h forecast valid 00 UTC 5 Sept.



HRD Wind analysis 2230 UTC 4 Sept.

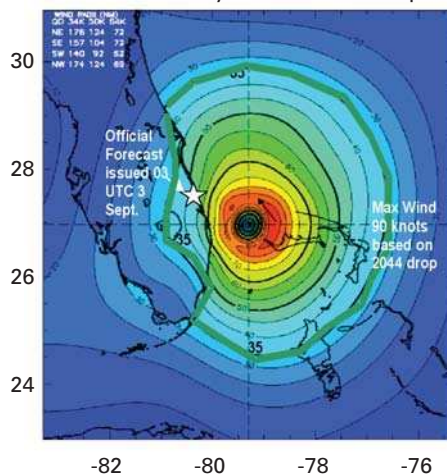


Рисунок 4 – Скорость приземного ветра (в узлах) (см. цветную шкалу внизу) по прогнозу модели высокого разрешения Национального центра атмосферных исследований (слева) и анализ ветра, выполненный Отделом исследований ураганов НУОА (справа) (источник: Грег Холланд)

ние осадков. На рисунке 4 структура приземного ветра, спрогнозированная экспериментальной моделью с охватом 4 км во время выхода на сушу урагана *Frances* 4 сентября 2004 г., сравнивается с проанализированным полем ветра. Это исследование является завершающим этапом моделирования движения тропического циклона, выполненного 10 лет назад, которое позволило повысить качество современных прогнозов траектории циклонов. Однако многие компоненты этих прогностических моделей отличаются друг от друга (например, инициализация, динамические процессы в центре циклона, физические процессы, включая пограничный слой, комплекс конвективных и микрофизических компонентов, взаимодействие океанских волн, тепловое взаимодействие в океане, моделирование поверхности суши и т.д.), а сами модели не проверялись на большом количестве примеров. В предлагаемом проекте ПИТМ (возможно, совместно с группой ВМО/КАН/РГРП по численным прогнозам) предусмотрено финансирование всесторонней оценки или сопоставления этих новых моделей, которые позволят лучше понять и прогнозировать процессы выхода на сушу тропических циклонов.

Эта инициатива имеет сходство с программой ВМО КАН КОМПАРЕ- III, выполнявшейся около 10 лет

назад, которая использовала начальные условия комплексных полевых экспериментов 1990 г. (ТКМ-90, СПЕКТРУМ и TATEКС) и включала свыше 10 моделей. Предложенная инициатива может включать следующие модели: NCAR WRF; NCEP WRF; COAMPS; Японского института метеорологических исследований; академических учреждений (Майами, Гавайи, Мэриленд, Флорида и др.) и других международных групп (Метеорологическая служба Великобритании; Европейский центр среднесрочных прогнозов погоды; Метеорологическая служба Франции; а также метеорологические службы Германии, Китая, Австралии, Канады и других стран).

Эта стратегия может совпадать с КОМПАРЕ-III по идентичным начальным условиям и использованию общего массива проверенных данных. Однако для комплекса физических компонентов (режим автоматического конфигурирования), являющихся взаимозаменяемыми, можно определить другие сопоставления. Основное внимание будет сосредоточено на процессах выхода тропических циклонов на сушу, которые необходимы для лучшего понимания этой проблемы и повышения качества прогноза.

Одна из задач заключается в том, чтобы определить минимальный

набор моделей и разработать меры неточности прогноза выхода тропических циклонов на сушу. Второй задачей является тест на чувствительность физических компонентов различных моделей и способность последних прогнозировать конкретные аспекты структурных изменений и осадков. Попутно будет рассмотрена роль усвоения данных и определен вклад различных источников наблюдений. Важным аспектом предложенного проекта будет установка системы показателей для проверки модельных прогнозов воздействия выхода тропических циклонов на сушу. И, наконец, такое сопоставление моделей и воздействий наблюдений позволит оценить расходы для моделей или систем наблюдений различных уровней сложности, чтобы извлечь максимальную выгоду от использования усовершенствованных прогнозов ветра, осадков и штормового нагона.

Демонстрационный проект прогнозирования выхода тропических циклонов на сушу

Цель демонстрационного проекта прогнозирования (ДПП) – показать пользу, которую можно извлечь для метеорологии и общества благодаря более полному пониманию поля ветра у поверхности океана и при выходе циклона на сушу, а также показать соответствующие технологии, такие как численные модели высокого разрешения и усовершенствованные методы усвоения мезомасштабных данных, особенно данных дистанционного зондирования. В таком ДПП новый взгляд на осадки и изменение структуры/интенсивности тропического циклона необходимо использовать для прогнозирования явлений, связанных с выходом тропических циклонов на сушу, таких как возникновение ветра разрушающей силы, сильные осадки и реакция гидрологических систем, штормовой нагон и т.д. Вторым социальным аспектом является оценка соответствующей реакции (или отсутствия таковой) на предупреждения о тропическом циклоне с це-

люю разработки более эффективных стратегий предупреждения.

Первый из предложенных ДПП касается Филиппин. Предложение было выдвинуто на Конференции по вопросам заблаговременного предупреждения III (Германия, март 2006 г.). Следующим шагом является подготовка плана осуществления, который необходимо представить финансирующей организации. Основное внимание ДПП будет сосредоточено на использовании одной или нескольких мезомасштабных численных моделей выхода тропического циклона на сушу. Другие компоненты включают следующее:

- Оценку способности синоптиков в регионе использовать результаты программы исследований и развития;
- Использование государственной программы образования;
- Объективную оценку достижений (там, где они есть) в области наблюдений, прогнозирования и предупреждений.

Этот ДПП будет основан на результатах Программы метеорологических исследований США по проблеме выхода ураганов на сушу. В США получили развитие новые самолетные, спутниковые и радарные наблюдения, современная технология усвоения данных и численные модели облаков. Эти новые технологии и данные исследований, проведенных в США, в настоящее время проверяются для использования в Национальном центре исследования ураганов в рамках ОПИУ. Этот тип ДПП в настоящее время предлагается распространить на другие области.

Обширная программа обучения синоптиков, специализирующихся на тропических циклонах, является частью предложенного проекта. Программа обучения предусматривает знакомство с автоматизированным рабочим местом синоптика и его модернизацию для управления информационным потоком, поступающим к синоптику. Неотъемлемой частью этого проекта будет являться взаимодействие с негосударственными организациями, которые играют важ-

ную роль в области коммуникации и восстановительных работ после бедствия. Важно, чтобы предупреждения составлялись с учетом разных слоев общества. Расширение возможностей, особенно в отношении гидрологического компонента, может быть достигнуто с помощью Экономической и социальной комиссии ООН для Азии и Тихого океана (ЭСКАТО).

Планируется запустить ДПП по выходу тропических циклонов на сушу в районе Индии и Бангладеш, в котором, как указано выше, отмечено наибольшее число жертв тропических циклонов.

Руководящий проект усовершенствованного прогнозирования тропических циклонов в Восточной Азии

Цель этого проекта, выполняемого совместно с Экспериментом по изучению систем наблюдений и вопросов предсказуемости (ТОРПЭКС) Азиатского регионального комитета (АРК), состоит в том, чтобы увеличить заблаговременность прогнозов тропических циклонов и обеспечить вероятностные прогнозы с помощью новой синтетической прогностической системы ТОРПЭКС посредством расширения связей и объединения усилий обоих проектов. Предложено три ключевых компонента проекта – целевые наблюдения, усвоение данных и Интерактивный комплексный глобальный ансамбль ТОРПЭКС по тропическим циклонам (ТЦ-ТИГГЕ), который является суперансамблем, основанным на многоаспектных моделях.

Целевые наблюдения следует проводить с нескольких платформ наблюдений. Несколько полевых экспериментов, использующих целевые наблюдения, выполнено для зимних штормов и ни одного не проведено для тропических циклонов в западном секторе северной части Тихого океана. Причиной может быть то, что «сырая» версия сопряженной системы, необходимой для системы усвоения данных, отсутствует или не пригодна

для промежуточных конвективных облаков и циркуляции, либо метод не пригоден для определения уязвимых районов и т.д. В успех этого проекта значительный вклад внесут наблюдения в рамках специальной полевой программы в Азиатском регионе (которые обсуждены ниже), а также использование современных прогностических систем.

Предложено использовать современные методы усвоения данных в нескольких важных массивах данных для усовершенствования прогнозов тропических циклонов: радар, прибор для профилирования ветра, спутниковые наблюдения, а также новые целевые наблюдения. С этими массивами данных стал использоваться усовершенствованный метод четырехмерного усвоения данных. Однако по последним полученным результатам проверка усвоения данных целевых наблюдений выявила некоторые проблемы, требующие решения, которые предстоит изучить в рамках этого проекта.

В рамках текущего проекта ТОРПЭКС АРК осуществляется обмен прогнозами траекторий тропических циклонов между членами АРК. ТЦ-ТИГГЕ можно было бы включить в новую предложенную инициативу сопоставления моделей ТЦ (как и в проекте КОМПАРЕ-III). В дальнейшем АРК планирует разработать ансамбль многоаспектных моделей и обеспечивать своих членов вероятностными прогнозами.

Компонент внетропического переноса и ТОРПЭКС

Внетропический перенос тропических циклонов оказывает влияние на многие страны, включая Австралию, Канаду, Китай, КНДР, Японию, Новую Зеландию, Республику Корея, Российскую Федерацию и США. Сопутствующие нисходящие потоки могут также влиять на некоторые регионы Азии, Европы и Северной Америки. Структурные изменения циклона во время внетропического переноса выражаются в осадках и полях ветра и часто сопровождаются ускорением цик-

лона, в силу чего центр предупреждений имеет малый допуск на погрешность в обеспечении эффективной системы предупреждений. Более того, вызываемые этими процессами потоки энергии и влаги на более высоких широтах могут иметь значительные эффекты нисходящего потока при воздействии неблагоприятной погоды в районах, находящихся на значительном расстоянии от первоначального явления.

Современные операционные численные модели не могут адекватно прогнозировать внетропический перенос в силу четырехсторонних взаимодействий, происходящих между тропическим циклоном, циркуляцией в среднеширотной барической ложбине, циркуляцией в субтропическом антициклоне и потоками в атмосфере и океане. Численные модели высокого разрешения имеют большое значение для определения мезомасштабных изменений во внутреннем ядре вихря тропического циклона

На семинаре IWTCLP также признали необходимость больше изучать влияние штормов на общество для обеспечения эффективности функционирования всей системы предупреждения. Это особенно касается явлений внетропического переноса, которые оказывают разное влияние и обладают характеристиками, сильно отличающимися от характеристик тропических циклонов. Эти явления распространяются к полюсу значительно дальше, чем обычно предполагают, когда речь идет об активности тропических циклонов.

На семинаре международным сообществом исследователей и синоптиков предложено пользоваться расширенными наблюдениями, запланированными на 2007/08 Международный полярный год, а также результатами ТОРПЭКС для проведения программы исследований, связанных с внетропическим переносом. Предложены следующие основные задачи этого проекта:

- Улучшить понимание и прогноз внетропического переноса над западным сектором северной части Тихого океана;
- Использовать новые знания об этом явлении в системах предупреждения в странах, испытывающих влияние внетропического переноса и эффектов сопутствующих нисходящих потоков для усовершенствования мер смягчения последствий бедствий и уменьшения влияния на общество.

Требования к наблюдениям и моделированию были сформулированы на совещании IWET-III (г.Перт, Австралия) в декабре 2005 года.

Планы для полевой программы на 2008 г. носят название Региональной кампании в зоне Тихого океана (PARC), и в настоящее время

их готовят Азиатский региональный комитет и группы североамериканской части ТОРПЭКС. Страны Азии возглавляют исследования генезиса тропических циклонов, а североамериканские страны будут сотрудничать на стадии внетропического переноса, при этом особое внимание будет уделено влиянию нисходящих потоков. Как отмечено выше, программа наблюдений будет дополняться исследованиями в области численного моделирования и анализом влияния на общество. В настоящее время ожидается дополнительная поддержка со стороны демонстрационного проекта прогнозов для Олимпийских игр в Китае в 2008 г. в рамках Всемирной программы метеорологических исследований (ВПМИ) в отношении расширения сети наблюдений в северной части Китая, которая имеет большое значение для определения структуры среднеширотной циркуляции, вовлеченной в процесс внетропического переноса. В случае с Канадой возможности наблюдений и исследований могут быть составной частью программы Международного полярного года. В США на рассмотрение Национального научного фонда представили предложение о проведении научных исследований и установке оборудования.

Влияние на общество как компонент системы предупреждения о тропических циклонах

Значительное влияние тропических циклонов на общество и экономику можно частично уменьшить за счет системы предупреждения и прогнозирования ураганов. Основная цель мониторинга и прогнозирования ураганов состоит в том, чтобы предотвратить гибель людей и снизить уязвимость к ветру, штормовому нагону, затоплению местности и к прочим опасным явлениям. Более высокая степень учета экономических и социальных факторов в системе прогнозирования ураганов обещает большие дивиденды, выражающиеся в реакции пользователей.

В развитых странах, которые в течение ряда лет не испытывали бедствий, связанных со штормовым нагоном, царит благодушие.

и перехода к преобладающим бароклинным процессам, возбуждающим энергетику шторма.

На семинаре IWTCLP важное место уделено достижениям в области численного моделирования, которые дают потенциальную возможность применения усовершенствованных моделей для решения проблемы внетропического переноса. На семинаре сообщалось об использовании новых моделей, таких как канадская модель с разрешением 35 км, модель национальных центров по прогнозированию окружающей среды также с разрешением 35 км и японская глобальная модель, запланированная на 2006 года. Все эти модели высокого разрешения можно использовать для исследования процессов во время внетропического переноса; кроме того, они могут расширить возможности прогнозирования.

Представления и обсуждения в рамках семинара IWTCLP показали, что руководители и участники семинара признают необходимость расширения взаимосвязи с исследователями в области социальных наук и рассмотрения возможности учета влияния тропических циклонов на общество. С учетом этого предпринята попытка выработать приоритетные вопросы исследований для включения проблемы влияния на общество в программу исследований тропических циклонов.

Учитывая сложность проблемы влияния тропических циклонов на общество и многообразие потенциальных вкладов социальных исследований и подходов к различным аспектам проблемы тропических циклонов, перед разными странами, представленными на семинаре, возникает множество вопросов, диапазон которых достаточно широк. Первым шагом является признание необходимости и возможности включения исследований проблемы влияния на общество в программу исследования тропических циклонов.

Чтобы исходя из этих обсуждений продолжать добиваться успеха, на семинаре сформулированы следующие рекомендации для ВМО:

- Сформулировать заявление, четко подтверждающее важную роль социального компонента в эффективном функционировании системы предупреждения;
- Разработать обязательство по исследованию влияния на общество тропических циклонов и систем их прогнозирования и предупреждения. Эти усилия ВМО должна предпринимать совместно с метеорологическим сообществом по исследованию тропических циклонов, чтобы сделать систему предупреждения более эффективной за счет использования результатов исследований проблемы влияния на общество. Это максимально усилит реакцию населения на угрозу выхода на сушу тропических циклонов.

Включение в проблему тропических циклонов компонента влияния на общество должно рассмат-

риваться в качестве важного элемента для достижения целей и удовлетворения потребностей сообщества, подверженного воздействию тропических циклонов. Действительно, экономические аспекты исследования проблемы влияния на общество могли бы оправдать расширение исследований тропических циклонов, основной целью которых является повышение эффективности системы предупреждения.

Первой задачей является понимание роли социальных исследований в повышении эффективности системы предупреждения. Несоответствующие друг другу базы данных о влиянии на общество в разных регионах необходимо систематическим образом упорядочить в том цифровом формате, который облегчит исследования. Имеется литература по проблеме влияния на общество, в которой говорится о том, как проанализировать/интерпретировать такую базу данных. Однако при этом необходимо понимать многообразие и характер различных международных подходов к социальному компоненту прогнозирования и предупреждения о тропических циклонах (т.е. как в разных странах функционирует система смягчения последствий, прогноза, коммуникации, предупреждения и реагирования на тропические циклоны и как это влияет на эффективность выполнения социальных целей в рамках проблемы тропических циклонов). Другая цель состоит в сосредоточении усилий по включению исследований влияния на общество в общие полевые исследования тропических циклонов (например, путем проведения семинара, специально посвященного вопросам влияния тропических циклонов на общество).

Заключение

Продолжающиеся бедствия, связанные с выходом на сушу тропических циклонов, служат убедительным аргументом в пользу проведения дополнительных исследований для усовершенствования системы предупреждения и прогнозирования. Международный семинар по процессам в тропических

циклонах, выходящих на сушу, финансируемый Программой КАН по научным исследованиям в области тропической метеорологии, позволил исследователям и синоптикам многих стран разработать программу исследований.

Три из четырех предложенных на семинаре программ исследований успешно выполняются в настоящее время. Демонстрационный проект прогнозирования для Филиппин был представлен на Третьей конференции по заблаговременному предупреждению, и в настоящее время готовится план осуществления. Второй демонстрационный проект прогнозирования для Бангладеш находится в стадии подготовки. Азиатский региональный комитет по ТОРПЭКС продолжает выполнять инициативу прогнозирования тропических циклонов. Продолжается также работа по выполнению планов полевой программы 2008 г., называемой Азиатской региональной кампанией в Тихом океане, совместно с Североамериканским региональным комитетом. Кроме того, участники семинара рекомендовали включить в состав всех проектов исследования проблемы влияния на общество, чтобы обеспечить соответствующую реакцию на предупреждения о тропических циклонах и, следовательно, максимально снизить смертность и материальный ущерб.

Выражение признательности

Выражаю благодарность тем участникам семинара, которые представили свои презентации и идеи, и особенно тем, кто предоставил рисунки.

Список литературы

- ELSBERRY, R. L. and C. S. VELDEN, 2003: A survey of tropical cyclone forecast centres—uses and needs of satellite data. *WMO Bulletin*, 52, 258–264, WMO, Geneva.
- POWELL, M.D., P.J. VICKERY and T.A. REINHOLD, 2003: Reduced drag coefficient for high wind speeds in tropical cyclones. *Nature*, 422, 279–283.

Всемирная программа исследований климата: история

У.Лоренс Гейтс¹, Роджер Л. Ньюсон²

Введение

Разработка основанных на физических принципах численных моделей общей циркуляции атмосферы и океана, начавшаяся во второй половине 1960-х годов и продолжающаяся по сей день, произвела революцию в климатических исследованиях (а также в практике прогнозов погоды). Первоначальный подход к изучению климата в рамках международного сотрудничества описан в отчете рабочей группы по изменению климата, предназначенном для ВМО (Комиссия по климатологии, 1966 г.), цель которого состояла в том, чтобы «определить наиболее подходящие статистические методы изучения изменения климата». Эта проблема, наряду со статистической интерпретацией данных наблюдений, продолжает иметь большое значение. Для изучения этой проблемы в настоящее время привлекаются данные, получаемые с помощью климатических моделей. Эта революция в изучении климата и появление современной науки о климате привлекли повышенное внимание к проблеме изменения климата. Эта революция происходит параллельно с истори-

ей развития Всемирной программы исследований климата (ВПИК) и ее предшественницы – Программы исследований глобальных атмосферных процессов (ПИГАП).

Семена ВПИК

Благодаря первым (хотя и ограниченным) успехам в численном прогнозировании циркуляции атмосферы на ограниченной территории, достигнутым в 1950-е годы и в начале 1960-х годов, стала очевидной необходимость проведения наблюдений в других регионах Земли, чтобы повысить точность прогнозов с заблаговременностью больше суток. Появление спутников Земли, производящих наблюдения, и стремительное развитие компьютерной техники в 1960-е годы сделали эту задачу практически осуществимой.

В процессе широких дискуссий в метеорологическом сообществе относительно того, как наилучшим образом повысить заблаговременность численных прогнозов погоды, была сформулирована концепция глобального эксперимента по измерению и прогнозированию

крупномасштабной атмосферной циркуляции, большой вклад в которую внесли Джул Чарни (США), Джо Смагорински (США) и Берт Болин (Швеция). Было также решено привлечь государственные и негосударственные организации. Первые – для координации аспектов, связанных с наблюдениями, а последние – для представления научного сообщества. В соответствии с этим в 1967 г. ВМО и Международный совет по науке (МСНС) пришли к совместному решению об организации и финансировании ПИГАП.

На конференции по вопросам ПИГАП (Скеппархолмен, Швеция, 28 июня–11 июля 1967 г.) было решено, что основной целью ПИГАП будет изучение «тех физических процессов в тропосфере и стратосфере, которые имеют значение для понимания неустойчивого поведения атмосферы, выражающегося в крупномасштабных флуктуациях, которые управляют изменениями погоды...».

Необходимость более ясного понимания климатической системы была четко сформулирована во второй основной задаче ПИГАП, а именно: «изучить факторы, определяющие статистические свойства общей циркуляции атмосферы, которые позволят лучше понять физическую основу климата». В этих

¹ Директор Национального института глобальных изменений окружающей среды, Калифорнийский университет; Председатель Объединенного научного комитета ВПИК с 1994 по 2000 гг.

² Объединенная группа по планированию ВПИК, Женева, 1981–2002 гг.

четко сформулированных положениях кратко изложены цели ПИГАП на протяжении всего существования этой программы, которые послужили отправной точкой для последующего развития ВПИК.

Кроме того, в 1967 г. ВМО и МСНС приняли решение о назначении Объединенного организационного комитета (ООК) для разработки научной стратегии ПИГАП и создали Объединенную группу по планированию (ОГП) в Женеве для осуществления руководства международной координацией программы. Первая сессия ООК состоялась в Женеве в апреле 1968 г. под председательством Берта Болина, а ОГП начала работать примерно в это же время под руководством Роландо Гарсия (Аргентина).

В рамках последующего планирования ПИГАП в конце 1960-х годов и на конференции по планированию ПИГАП в Брюсселе (март 1970 г.) был намечен ряд экспериментов, призванных выполнить первую задачу ПИГАП – усовершенствование краткосрочных прогнозов погоды. Первым проектом был Атлантический тропический эксперимент ПИГАП (АТЭП), организованный после конференции по планированию, состоявшейся в Лондоне в июле 1970 г. В ходе АТЭП, выполнявшегося с июня по сентябрь 1974 г., были получены новые данные о структуре и поведении тропической атмосферы над Атлантикой, между 20° с.ш. и 10° ю.ш. АТЭП стал первым региональным экспериментом, который позволил получить новые данные о важных характеристиках и процессах синоптического масштаба в тропической атмосфере.

Для изучения отдельных региональных процессов в рамках ПИГАП были организованы ряд других

подпрограмм наблюдений, наиболее важными из которых были Муссонный эксперимент (МОНЭКС) и Альпийский эксперимент (АЛЬПЭКС). Другие эксперименты предназначались для изучения процессов, вовлеченных во взаимодействие между атмосферным радиационным балансом и приземным воздухом. К ним относился Эксперимент по наблюдению трансформации воздушных масс (АМТЭКС).

Многие из этих программ рассматривались как компоненты Первого глобального эксперимента ПИГАП (ПГЭП), официальным периодом наблюдений которого был период с 1 декабря 1978 г. по 30 ноября 1979 г. В ходе ПГЭП, известного также под названием «Глобальный метеорологический эксперимент» (ГМЭ), использовалось множество платформ наблюдений, включая спутники с полярной орбитой (инфракрасные датчики которых выполняли измерения вертикальных температурных профилей в атмосфере), геостационарные спутники (с помощью которых проводились измерения ветра на уровне облачности), а также системы шаров-зондов и буев. В то время ПГЭП был наиболее масштабной программой наблюдений, скоординированной на международном уровне. Он показал необходимость создания расширенной системы глобальных наблюдений для повышения качества прогнозов погоды – главной задачи ПИГАП.

Однако еще до завершения программы ПГЭП все больше внимания стали уделять пониманию климатических процессов и одновременно с этим продолжали разрабатываться климатические модели. Росла озабоченность относитель-



но влияния на климат увеличения концентраций двуокиси углерода в атмосфере.

Важный шаг на пути к созданию международной программы исследований климата был сделан в 1974 г., когда ВМО и МСНС приняли решение о совместном финансировании научной конференции, посвященной физической основе климата и его моделированию. Эта конференция состоялась в г. Вийк (Швеция) в июле–августе 1974 г., ее председателем был Берт Болин.

В отчете конференции, выпущенном в 1975 г., впервые была подчеркнута необходимость включения океанов, льда, поверхности суши и биомассы в глобальные модели климата, а также необходимость проведения модельных исследований чувствительности климата, в частности, к изменениям концентраций двуокиси углерода в атмосфере. Основным выводом конференции был такой: «ВМО и МСНС должны организовать международную программу исследований климата и его изменений». В соответствии с этой рекомендацией, ООК ПИГАП настоял на создании подпрограммы ПИГАП по

исследованию динамики климата. Перед проведением Стокгольмской конференции подобная рекомендация поступила со стороны Группы экспертов по изменению климата Комитета ПИГАП (США), проект отчета которой послужил исходным документом на конференции. Эта Группа экспертов рекомендовала «организовать новую долгосрочную международную программу, посвященную изучению климата и его изменений, которая явилась бы логическим продолжением ПИГАП в вопросах, связанных с климатом».

Рождение ВПИК

В феврале 1979 г. ВМО совместно с МСНС и Программой ООН по окружающей среде (ЮНЕП) организовала в Женеве первую Всемирную конференцию по климату, в которой приняли участие ведущие климатологи мира. Цель конференции, председателем которой был Боб Уайт (США), состояла в том, чтобы показать глубину климатической проблемы и необходимость расширения исследований, систематического изучения климатических данных, применения знаний о климате и оценок влияния его изменений. В связи с этим Восьмой Всемирный метеорологический конгресс (1979 г.) официально учредил Всемирную климатическую программу, включившую исследования климата (под совместным руководством ВМО и МСНС), деятельность, связанную с применением климатических данных, и оценку потенциального влияния изменений климата (под руководством ЮНЕП).

Так появилась Всемирная программа исследований климата. Ее основная задача заключалась в том, чтобы изучить прогнозируемость климата и влияние человека на климат. ВМО и МСНС учредили Объединенный научный комитет

(ОНК) для осуществления руководства ВПИК при поддержке Объединенной группы по планированию (ОГП) в Женеве (первым руководителем которой был Бо Деес из Швеции).

Первая сессия ОНК по ВПИК проходила в Амстердаме (Нидерланды) с 26 марта по 3 апреля 1980 г. под председательством Джо Смагорински. На сессии были разработаны предварительные планы ВПИК.

Генеральный секретарь ВМО Аксель Виин-Нильсен подчеркнул важность проведения целенаправленной оценки климатических исследований во всем мире. В этой связи был создан Международный совет по оценке исследований влияния CO_2 на климат. ОНК также одобрил сотрудничество Комитета по изменению климата и океану (КИКО) Межправительственной океанографической комиссии (МОК) ЮНЕСКО и Научного комитета по океаническим исследованиям (СКОР) МСНС.

Вовлечение океанографического сообщества на раннем этапе работы объясняется тем, что ОНК признал важную роль океана в климатической системе наряду с радиационными, гидрологическими и наземными процессами. (В дальнейшем МОК, так же как ВМО и МСНС, стал спонсором ВПИК после роспуска КИКО в 1993 г.).

Научная стратегия

В период с 1980 по 1984 гг. основной задачей ВПИК были проекты и эксперименты, связанные с наблюдениями, которые можно было осуществить с учетом имеющихся ресурсов и технологий и которые в то же время помогли бы повысить наши способности проводить наблюдения и/или моделировать климатическую систему.

Основными из поставленных задач были: исследование роли радиации, облачности, океана и гидрологического цикла. В результате дискуссий под руководством первых председателей ОНК (сэра Джона Хоутона и сэра Джона Мейсона из Великобритании) и первого руководителя ОНК по ВПИК (Пьер Морель из Франции) был составлен подробный научный план ВПИК, который был опубликован в 1984 г. В этом плане основные цели ВПИК были изложены следующим образом: «определение степени прогнозируемости климата и определение степени влияния человека на климат». В частности, план предусматривает амбициозную программу исследований, необходимых для достижения этих целей.

Планом предусмотрены следующие цели:

- Расширить знания о глобальном и региональном климате и его временных колебаниях и понять связанные с ними механизмы.
- Оценить данные значимых трендов в области глобального и регионального климата.
- Разработать и усовершенствовать физико-математические модели, способные воспроизводить и оценивать прогнозируемость климатической системы в разных пространственно-временных масштабах.
- Исследовать чувствительность климата к возможным природным и антропогенным воздействиям и оценить климатические изменения, которые, вероятно, обусловлены какими-либо конкретными факторами.

Эти цели достаточно широки и до сих пор не требовали значительной корректировки. Они охватывают вопросы глобального потепления, обнаружения изменения климата, а также изменчивости климата от

одного года до нескольких десятилетий. Однако, несмотря на давнее признание необходимости изучения регионального климата, лишь сейчас становится возможным уделить этому вопросу должное внимание.

Еще до того, как был опубликован план ВПИК, предпринимались попытки изучить взаимодействие между тропическим океаном и атмосферой и, в частности, определить влияние устойчивых аномалий температуры поверхности моря в тропической части Тихого океана на крупномасштабную атмосферную циркуляцию. В результате в 1984 г. был создан проект «Программа исследований глобальной атмосферы и тропической зоны океанов» (ТОГА), разработанный ВПИК совместно с КИКО. Система наблюдений за океаном ТОГА, установленная в экваториальной зоне Тихого океана в середине 1980-х годов, позволила понять структуру и поведение явления Эль-Ниньо/Южное колебание (ЭНСО) и была прототипом системы, действующей в настоящее время.

ТОГА обеспечила физическую основу для понимания и прогнозирования глобальных аномалий глобальной атмосферной циркуляции, а также характеристик температуры и осадков, связанных с Эль-Ниньо, что привело к значительному прорыву в современном сезонном прогнозировании (Академия наук США, 1996 г.).

К другим важным инициативам, предпринятым на самых ранних стадиях выполнения ВПИК, относятся Международный проект по спутниковой климатологии облаков (1982 г.), подготовка массива данных о балансе приземной радиации (1985 г.) и Глобальный проект по климатологии осадков (1985 г.). В тесном сотрудничестве с космическими агентствами и при их ак-

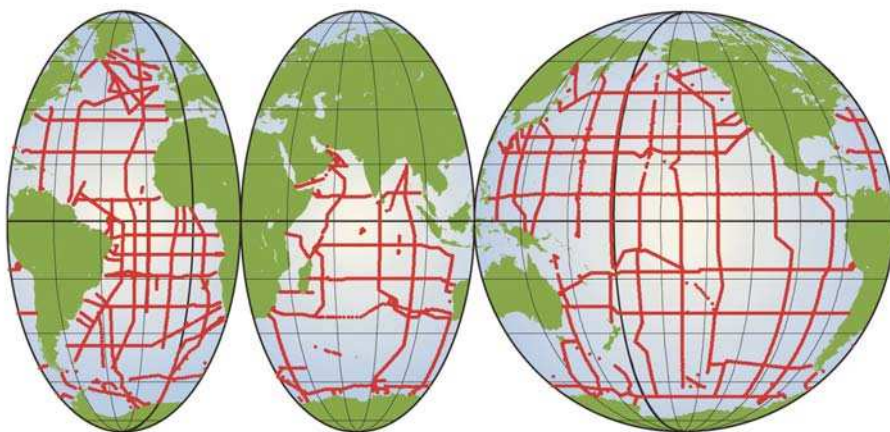
тивной поддержке были разработаны новые методы оптимального смешения данных дистанционного зондирования с данными *in situ*. Эти методы впервые позволили получить уникальные глобальные поля важнейших параметров, необходимых для понимания роли облаков в климатической системе, взаимодействия облачности и радиации и о гидрологическом цикле.

Эта деятельность явилась отправной точкой для Глобального эксперимента по изучению энергетического и водного циклов (ГЭКЭВ), созданного в 1988 г. Цель эксперимента – изучить глобальный энергетический и водный баланс, поведение которого, возможно, является наиболее важным аспектом климата. В рамках ГЭКЭВ был проведен и проводится в настоящее время ряд важных исследований с привлечением данных наблюдений и моделирования при максимальном использовании данных дистанционного зондирования и данных *in situ*.

К ним относится ряд экспериментов по изучению и количественному определению гидрологических процессов и процессов на поверхности суши, а также по взаимодействию между сушей и атмосферой в некоторых континентальных бассейнах, за которыми последовал период расширен-

ных скоординированных наблюдений в рамках ГЭКЭВ для исследования влияния гидроклиматологических процессов континентального масштаба на глобальную климатическую систему и ее аномалии. Кроме того, были организованы широкие исследования, призванные улучшить модельное представление облачности, поверхности суши и атмосферного пограничного слоя, основываясь на более четком понимании соответствующих физических процессов.

В океанографическом сообществе в течение длительного времени обсуждалась необходимость организации глобального океанического эксперимента с целью обоснования крупномасштабной океанической структуры и циркуляции, а также ее связи с климатом атмосферы. Сотрудничество МОК/СКОР и КИКО с ВПИК позволило планировать эту деятельность. После нескольких лет интенсивных исследований и тщательного планирования в 1990 г. приступили к осуществлению Эксперимента по циркуляции Мирового океана (ВОСЕ). До настоящего времени ВОСЕ является крупнейшей и наиболее успешной программой глобальных исследований океана, данные которой отличаются беспрецедентным качеством и охватывают период с 1990 по 1997 гг.



Океанические разрезы, изученные в период проведения ВОСЕ

Кроме того, использовались измерения температуры, солености и течений в океане вдоль ряда океанографических разрезов, а также глобальная сеть подповерхностных и поверхностных буев, измерителей скорости течения и данные спутников, оснащенных альтиметрами. Данные ВОСЕ были основными при разработке океанических моделей масштаба бассейна и параметризации важных процессов перемешивания в океане. В ВОСЕ участвовали около 30 стран, и имеющиеся в настоящее время массивы данных исследований являются выдающимся примером международного научного сотрудничества.

В конце 1980-х годов сообщество исследователей стратосферы подчеркнуло важность стратосферных процессов для климата. В результате в 1992 г. появился проект ВПИК «Стратосферные процессы и их роль в климате» (СПАРК). В 1993 г. в рамках ВПИК был создан еще один проект – «Изучение климатической системы Арктики» (АКСИС). Проекты СПАРК и АКСИС дополняли ГЭКЭВ и ВОСЕ, сосредоточив свое внимание на субобластях климатической системы Земли, в которых происходят чрезвычайно важные процессы.

В частности, в рамках СПАРК исследуется взаимодействие стратосферы и тропосферы и прогноз изменений в стратосфере. В рамках Международной программы по изучению химии глобальной атмосферы в составе Международной программы геосфера–биосфера (МПГБ) в настоящее время осуществляется всесторонняя оценка химии стратосферы и ее роли для климата. В рамках АКСИС изучаются отдельные атмосферные и океанические процессы в Арктике, которые играют важную роль в глобальном климате. За ними последовала программа «Климат и кри-

осфера» (КЛИК), созданная в 2000 г., где рассматриваются физические процессы и обратные связи, за счет которых глобальная криосфера (не только Арктики) взаимодействует с климатической системой.

Рассматриваемая в рамках ВПИК проблема изменчивости климата стала главной при создании в 1995 г. проекта «Изменчивость и предсказуемость климата» (КЛИВАР). Главными задачами проекта являются изучение изменчивости взаимосвязанной системы атмосфера–океан в сезонном, межгодовом, десятилетнем и даже столетнем масштабах (включая ЭНСО, муссоны и колебания в масштабе бассейна на высоких широтах), усовершенствование данных изменчивости климата посредством разработки массивов инструментальных и палеоклиматических данных и обнаружение антропогенных изменений климата.

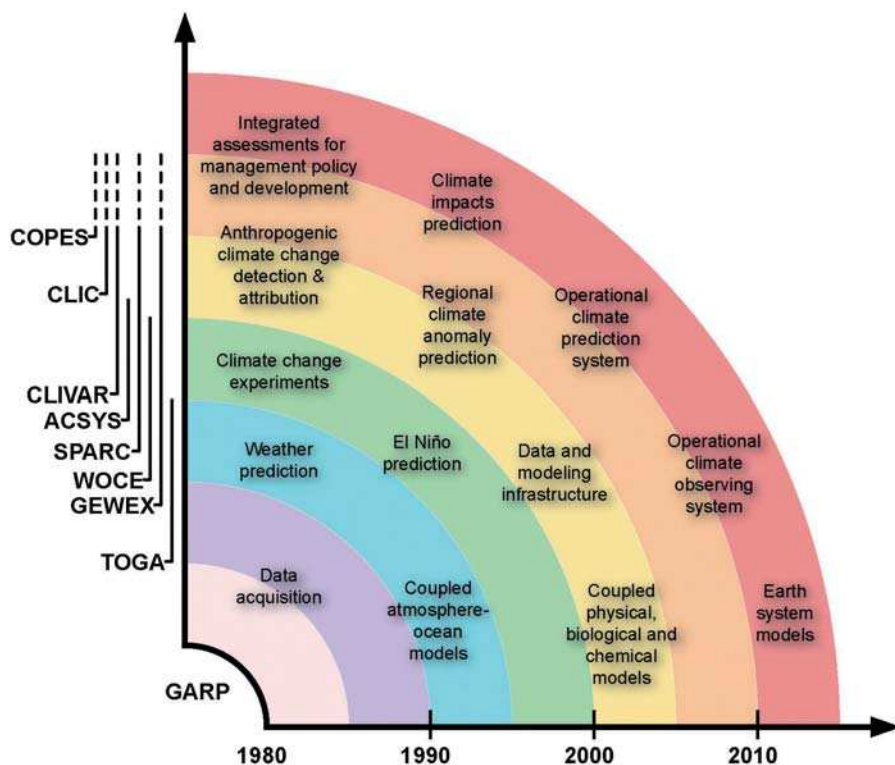
Численное моделирование в рамках ВПИК всегда было объединяющим фактором программы. Улучшенное представление климатической системы в модели способствует повышению точности воспроизведения, прогнозу естественных климатических изменений и росту доверия к прогнозам антропогенных изменений климата. В частности, программа моделирования ВПИК предоставила важные данные для периодических оценок Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) ВМО/ЮНЕП.

Моделирование в рамках ВПИК координируется двумя группами экспертов – Рабочей группой по численному экспериментированию (РГЧЭ) и Рабочей группой по сопряженному моделированию (WGCM). РГЧЭ была создана

на начальной стадии ПИГАП и стала главной в области координированного численного экспериментирования с целью сравнения различных формулировок и параметризации модели. Поскольку работа РГЧЭ имеет прямое отношение к климату и прогнозу погоды, в 1980 г. группу присоединили к ВПИК, и с 1985 г. она финансируется также и Комиссией по атмосферным наукам ВМО. За последние годы Международный проект взаимного сравнения моделей атмосферы, возможно, является наиболее известным продуктом деятельности РГЧЭ в поддержку моделирования климата.

Группа WGCM (созданная в 1997 г.), исходя из ее названия, осуществляет надзор за международной координацией разработки и оценки сопряженных моделей (например, Проект взаимного сравнения сопряженных моделей).

Новой важной стратегической инициативой ВПИК является проект «Скоординированные наблюдения за системой Земля и ее прогнозирование» (COPES), цель которого состоит в том, чтобы развивать анализ и прогноз изменчивости и изменения земной системы для использования на благо общества. COPES предоставит широкие возможности по координации большого диапазона климатических исследований, проводимых в рамках ВПИК и ее проектов совместно с другими программами ВМО, МСНС и МОК Международной группой по наблюдениям за Землей (которой предстоит выполнять 10-летний план осуществления Глобальной системы систем по наблюдению за Землей (ГЕОСС)), а также с программами спутниковых агентств и центров численного прогнозирования погоды и климата.



Схематическое изображение расширения научной деятельности в рамках ВПИК (по данным Гейтса за 1998 г.)

Сотрудничество

На протяжении всей истории своего существования ВПИК активно взаимодействовала со многими группами, связанными с исследованием климата, и сотрудничала с другими международными научными организациями. Создание МПГБ позволила ВПИК сотрудничать в тех направлениях климатических исследований, которые включают биогеохимию и физику. Особенно активным было сотрудничество между ГЭКЭВ и проектом МПГБ по биосферным аспектам гидрологического цикла, между СПАРК и Международной программой по изучению химии глобальной атмосферы МПГБ, а также между КЛИВАР и проектом МПГБ «Глобальные изменения в прошлом» (ПЭЙДЖЕС). Последние попытки связать цикл углерода с поверхностной растительностью в качестве интерактивных компонентов моделей земной системы дают новый импульс к сотрудничеству между ВПИК и МПГБ.

ВПИК также является спонсором Международной глобальной системы для анализа, научных исследований и обучения (СТАРТ), для поддержки наращивания потенциала исследований в области окружающей среды в развивающихся странах совместно с МПГБ и Международной программой МСНС по изучению антропогенных факторов глобальных изменений окружающей среды (МПАФ).

Недавно ВПИК сотрудничала с несколькими небольшими проектами, связанными с колебаниями климата и прогнозами будущих изменений климата. Одним из них является созданное в 2001 г. Партнерство по наукам о системе Земли между ВПИК, МПГБ, МПАФ (МСНС) и Международным советом по социальным наукам, а также Международная программа МСНС по исследованиям в области биоразнообразия (ДИВЕРСИТАС). Такое партнерство способствует решению важных глобальных про-

блем, вызывающих всеобщую озабоченность, например, углеродный баланс, пищевые и гидрологические системы и здоровье человека.

Признавая важность наблюдений в области исследований климата, команда ВПИК поддержала Глобальную систему наблюдений за климатом, созданную ВМО в 1992 г. при содействии МСНС, ЮНЕП и МОК. Другой инициативой, в которой в настоящее время участвует ВПИК, является Эксперимент по изучению систем наблюдений и вопросов предсказуемости (ТОРПЭКС). ТОРПЭКС изучает проблему предсказуемости суровой погоды и ее климатических последствий при международной координации со стороны ВПИК и Всемирной программы метеорологических исследований ВМО (ВПМИ).

Учитывая многолетнюю озабоченность относительно возможного воздействия на климат увеличивающихся концентраций парниковых газов и аэрозолей в атмосфере, ВМО и ЮНЕП, при активной поддержке ВПИК, создали в 1988 г. МГЭИК для оценки достижений в этой важной области. Международные исследования, координируемые ВПИК, внесли значительный вклад в научные оценки МГЭИК, опубликованные в 1990, 1995 и 2001 гг. (четвертая оценка находится в стадии подготовки). Нынешняя оценка важной роли аэрозолей для климата была высказана еще на сессии ОНК в Ханчжоу (Китай) в 1984 г., хотя, к сожалению, деятельность ВПИК в этой области началась лишь спустя несколько лет. Тем не менее ВПИК заложила научную основу для оценки климатических последствий сценариев аэрозолей и эмиссий CO_2 , которые содержались в Рамочной конвенции ООН об изменении климата.

Заключение

Благодаря умелой поддержке спонсоров ВПИК за 25 лет своего существования успешно служила механизмом международной координации научных наблюдений и моделирования, которая необходима для лучшего понимания прогнозируемости как естественных, так и антропогенных изменений климата. Помимо выполнения конкретных научных проектов, ВПИК осуществляла управление массивами данных наблюдений, содержащих важные атмосферные, океанические и гидрологические переменные, и содействовала разработке, применению, диагностике и усовершенствованию моделей глобального климата.

ВПИК также поддерживала сотрудничество между представителями разных дисциплин, связанных с исследованиями климата, содействовала исследованиям климата в рамках программ отдельных стран и организаций и способствовала лучшему пониманию и более высокой оценке важных вопросов климата на уровне международных научных, управленческих и общественных организаций.

Предполагается, что ВПИК будет и впредь успешно координировать международные аспекты будущих проблем исследования климата, включая дальнейшую разработку моделей системы Земля, определение прогнозируемости изменений регионального климата и его воздействий, а также создание глобальных систем наблюдения и прогнозирования климата.

Выражение признательности

Нам хотелось бы поблагодарить сэра Джона Хоутона и Гордона МакБина (Канада), бывших председателей Объединенного научного комитета ВПИК, за их ценные замечания. Также выражаем благодарность Питеру Лемке, бывшему председателю ОНК, за идею подготовки этой статьи, и Дэвиду Карсону, бывшему директору ВПИК, за ценные советы.

Список литературы

Поскольку многие документы, к которым обращались в процессе подготовки этой статьи, содержат информацию, относящуюся ко многим аспектам истории ВПИК, не считаем целесообразным включать их в список. Наиболее важные из этих источников приведены здесь в хронологическом порядке. Более подробная информация содержится в многочисленных отчетах и публикациях, выпущенных ВМО от имени ВПИК и ее предшественницы – ПИГАП.

WMO, 1966: WMO Commission for Climatology, Climatic Change: Report of a Working Group, Technical Note No. 79, WMO-No. 195. TP.100, MO, Geneva, 79 pp.

WMO, 1969: Joint Organizing Committee for the Global Atmospheric Research Programme. An Introduction to GARP, GARP Publications Series No. 1, WMO, Geneva, 22 pp.

US GARP COMMITTEE, PANEL ON CLIMATIC VARIATION, 1975: Understanding Climatic Change: A Program for Action, National Research Council/National Academy of Sciences, Washington, DC, 239 pp.

JOINT ORGANIZING COMMITTEE FOR THE GLOBAL ATMOSPHERIC RESEARCH PROGRAMME, 1975: The Physical Basis of Climate and Climate Modelling (Report of the International Study Conference, Stockholm, 29 July–10 August 1974), World Meteorological Organization, Geneva, GARP Publications Series No.16, 265 pp.

WMO, 1979: Proceedings of the World Climate Conference: A Conference of Experts on Climate and Mankind (12–23 February 1979, Geneva), WMO-No. 537, Geneva, 791 pp.

JOINT SCIENTIFIC COMMITTEE FOR THE WORLD CLIMATE RESEARCH PROGRAMME, 1980: Report of the First Session of the Joint Scientific Committee (26 March–3 April 1980, Amsterdam), WMO, Geneva, 43 pp.

JOINT SCIENTIFIC COMMITTEE FOR THE WORLD CLIMATE RESEARCH PROGRAMME, 1984: Scientific Plan for the World Climate Research Programme, WCRP Publications No. 2, WMO/TD-No. 6, WMO, Geneva, 95 pp.

JOINT SCIENTIFIC COMMITTEE FOR THE WORLD CLIMATE RESEARCH PROGRAMME, 1985: Scientific Plan for the Tropical Ocean and Global Atmosphere Project (TOGA), WCRP Publications Series No. 3, WMO-No. 64, WMO, Geneva, 147 pp.

WMO, 1990: Forty Years of Progress and Achievement: A Historical Review of WMO (Sir Arthur Davies, Ed.), WMO-No. 721, Geneva, 205 pp.

MOREL, P., 1991: Overview of the World Climate Research Programme. In Climate Change: Science, Impacts and Policy, Proceedings of the Second World Climate Conference (29 October–7 November 1990, Geneva), WMO, Geneva, 163–167.

JOINT SCIENTIFIC COMMITTEE FOR THE WORLD CLIMATE RESEARCH PROGRAMME, 1995: Climate Variability and Predictability (CLIVAR) Science Plan, WCRP-89, WMO/TD-No. 690, WMO, Geneva,

US NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1996: Accomplishments and Legacies of the TOGA Program, National Research Council/National Academy Press, Washington, DC, 171 pp.

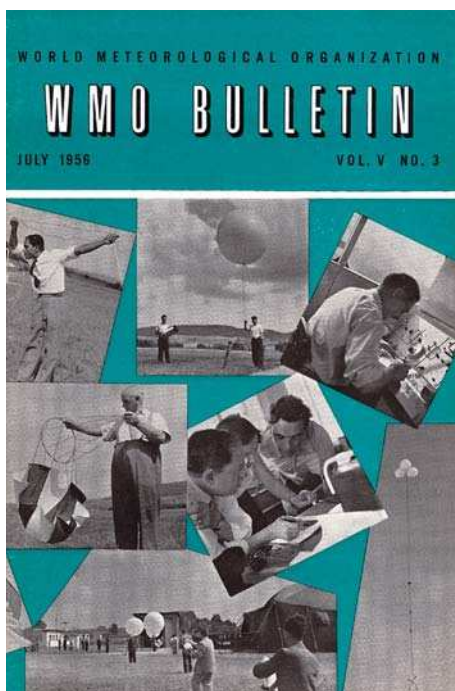
GATES, W.L., 1998: The WCRP Strategy and Future Challenges. In Proceedings of the Conference on the World Climate Research Programme: Achievements, Benefits and Challenges (26–28 August 1997, Geneva), WMO/TD-No. 904, WMO, Geneva, 199–203.

JOINT SCIENTIFIC COMMITTEE FOR THE WORLD CLIMATE RESEARCH PROGRAMME, 2000: Report of the Twenty-first Session of the Joint Scientific Committee and Annual Review of the World Climate Research Programme (13–17 March 2000, Tokyo), WMO/TD-No. 1049, WMO, Geneva, 77 pp.

JOINT SCIENTIFIC COMMITTEE FOR THE WORLD CLIMATE RESEARCH PROGRAMME, 2004: Report of the Twenty-fourth Session of the Joint Scientific Committee and Annual Review of the World Climate Research Programme (17–21 March 2003, Reading), WMO/TD-No. 1200, WMO, Geneva, 81 pp.

WORLD CLIMATE RESEARCH PROGRAMME, 2005: The Strategic Framework 2005–2015, Coordinated Observation and Prediction of the Earth System (COPES), WCRP-123, WMO/TD-No. 1291, WMO, Geneva, 60 pp.

50 лет назад ...



Бюллетень ВМО 55 (3) – июль 2006 г.

На обложке июльского номера Бюллетеня за 1956 г. показаны различные аспекты деятельности в области сравнения радиозондов, которое проводилось с 23 мая по 15 июня 1956 г. в Раурне (Швейцария).

Содержание

50 лет назад основными темами июльского номера Бюллетеня были: восьмая сессия Исполнительного комитета, вторая сессия Региональной ассоциации VI (Европа), Международный геофизический год 1957/58 год, автоматические

дождемерные станции в Японии, исследования влажных тропиков, награждение добровольных судов наблюдений, сравнение систем слежения за атмосфериками и исследования Гренландии. Более подробную информацию можно найти в августовском номере MeteoWorld (<http://www.wmo.int/meteoworld/en/>).

Исполнительный комитет

Восьмая сессия Комитета проводилась во Дворце наций в Женеве с 17 по 30 апреля под председательством А. Viaut. Основными темами повестки дня были атомная энергия, развитие водных ресурсов, наблюдательные сети и авиационная метеорология.

Международный геофизический 1957/58 год

Метеорологические проблемы, исследованные с помощью наблюдений, выполненных в период МГГ, касались крупномасштабных физических, динамических и термодинамических процессов общей циркуляции. Одна из функций ВМО состояла в том, чтобы содействовать созданию и обслуживанию систем обмена метеорологической информацией. В рамках Секретариата ВМО будет создан

Центр метеорологических данных МГГ, ... который будет управлять материалами многих миллионов наблюдений. Испытательный срок следует назначить с 6 по 10 января 1957 года.

Антарктика будет рассматриваться как отдельный регион ВМО для целей МГГ. Во всех метеорологических отчетах по Антарктике следует использовать градусы Цельсия и метрические единицы; это будет еще одним шагом вперед к достижению единообразия метеорологических единиц, которое в течение длительного времени являлось одной из наиболее желанных, но труднодостижимых целей международной метеорологии.

Региональная ассоциация VI (Европа) – вторая сессия

Вторая сессия РА VI проводилась в марте 1956 г. в Дубровнике (Югославия).

Наблюдения

На сессии было принято решение о том, что все страны Европейского региона должны запускать шарзонд с приборами за час до начала наблюдений, что послужит новым шагом на пути к стандартизации аэрологических наблюдений.

Выборы

А. Найберг, директор Шведского гидрометеорологического института, избран президентом, а М. Перович, директор Гидрометеорологической службы Югославии, избран вице-президентом.

Сравнение систем слежения за атмосфериками

Сравнение гроз, наблюденных визуально или на слух, с грозами, обнаруженными с помощью различных типов приборов для наблюдения за атмосфериками, которые используются во Франции, Великобритании и Швейцарии, проводилось с 11 января по 11 февраля 1955 года.

Японские автоматические дождемерные станции

В 1952 г. в Центральной метеорологической обсерватории Японии были установлены автоматические метеорологические станции для измерения осадков, состоящие из 109 передающих и 70 принимающих станций. Цель состояла в том, чтобы получать оперативную информацию об осадках в горных районах, где невозможно выполнять наблюдения другими способами. Сильные дожди, особенно те, которые обусловлены тайфунами, нередко вызывают разрушения в Японии. Этим объясняется высокая потребность в срочных предупреждениях о наводнениях. Возрастающая надежность и легкость в эксплуатации приборов способствовали признанию их ценности для сети наблюдения за осадками в Японии.

Исследование влажных тропиков

Расширение знаний об этих климатических регионах за счет тщательно спланированной программы исследований могло бы заметно помочь в решении проблем, влияющих на жизнь человека и экономическое развитие в зоне влажных тропиков. Наибольшую важность представляют фундаментальные исследования всех научных аспектов. На совещании экспертов рекомендовано создать постоянный комитет для консультаций по всем проблемам, связанным с исследованием зон влажных тропиков. Значительное внимание на совещании уделено метеорологическим аспектам большинства рассматриваемых проблем, а также метеорологии и климатологии влажных тропиков. Как отмечено на совещании, не всегда удается полностью использовать существующие метеорологические данные, а некоторые особые требования к исследованиям часто не доводятся до сведения метеорологов, которые могли бы оказать помощь в решении многих проблем.

Награждение австралийских судов

Система награждения австралийских судов, передающих метеосводки, была создана Бюро метеорологии как средство признания сотрудничества судов в области предоставления ежедневных метеосводок на добровольной безвозмездной основе. Награда за отличную работу вручалась в тех случаях, когда поддерживался высокий уровень проведения метеорологичес-

ких исследований, ведения вахтенного журнала погоды и передачи регулярных сводок в течение пяти лет как минимум. Сводки получали с 27 судов, из которых 16 зарегистрированы в Австралии, а 11 принадлежали другим странам.

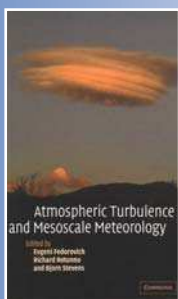
Исследование Гренландии

Гренландия оставалась одной из крупнейших и наименее исследованных территорий. История освоения Гренландии, которая началась 1000 лет назад, стала главной темой для ученых восьми стран, которые встретились в Гриндельвальде и на исследовательской станции Jungfraujoch (Швейцария) 3–8 апреля 1956 г. с целью составления плана научной программы и организации новой экспедиции – Международной гляциологической экспедиции в Гренландию (IGEG). Хотя эта экспедиция не являлась частью официальной программы Международного геофизического года (МГГ), ее работа будет координироваться на основе программы МГГ. Будут проводиться исследования в области метеорологии, гляциологии, геофизики и геодезии. Исследовательские группы будут работать как на побережье, так и на ледниковой шапке. Предполагается, что экспедиция будет работать с 1957 до 1960 года. Будут созданы две или три метеорологические станции для изучения нижних слоев атмосферы до 300 м над поверхностью земли и проблем снежных заносов.

Последние публикации



Обзор



Atmospheric Turbulence and Mesoscale Meteorology (Атмосферная турбулентность и мезомасштабная метеорология)

E. Fedorovich, R. Rotunno and B. Stevens (Eds.). Cambridge University Press (2004). x + 280 pp. ISBN 0-521-83588-7 (h/b). Price: £70/US\$ 120.

В этой книге ведущие ученые обсуждают достижения в области атмосферной турбулентности и мезомасштабной метеорологии, при этом основное внимание уделяется проблемам, впервые поднятым Дугласом Лилли.

В начале книги авторы обсуждают отчаянное положение, сложившееся в начале 1960-х годов в области исследования турбулентности. Холмогоров признал, что его теория турбулентности не лишена недостатков, которые необходимо устранить, а Лилли указал на трудности, связанные с отсутствием реальной единой теории, которая могла бы соотнести результаты разных экспериментов.

Лилли предложил подход, основанный на моделировании большого вихря (LES), а позднее определил параметры модели подсеточного масштаба, которые помогли пре-

одолеть трудности, сопутствующие экспериментальным исследованиям турбулентности в пространствах с различной геометрией. Сегодня LES является основным методом, использующимся в исследованиях турбулентности. Большинство экспериментов в области мелкомасштабной метеорологии являются численными и включают численное моделирование всех масштабов движения в турбулентном потоке.

Лилли выдвинул предположение о наличии тесной связи во взаимодействии турбулентности, радиации и фазовых изменений в малых пространственно-временных масштабах. Авторы полагают, что благодаря описанной в работе Лилли сложной связи радиационных, турбулентных и микрофизических процессов, она, по меньшей мере, на 35 лет опережала свое время.

LES является для ученых бесценным средством в их попытках разгадать тайну потоков, которые нельзя исследовать в лабораториях. Сравнение результатов моделирования эволюции облаков с данными наблюдений показывает достаточно высокую эффективность моделирования и предполагает возможность использования LES в потоках различного масштаба.

В главе, посвященной числовым данным для моделирования конвективных бурь, автор отмечает, что достигнутые в этой области успехи стали возможными благодаря огромному росту вычислительных мощностей, достижениям

в области результатов численного моделирования, физической параметризации и анализа данных – все это позволяет передать сложность атмосферной конвекции.

Модель прогнозирования и исследования погоды, которая может давать реалистические прогнозы осадков и спектры кинетической энергии в широком диапазоне масштабов, появилась в результате задачи, поставленной Лилли перед исследователями конвективных бурь.

Обсуждая трудности в области оперативных мезомасштабных численных прогнозов погоды (ЧПП) и учитывая то, что большинство метеорологических систем управляются сугубо локальными эффектами, автор считает наиболее целесообразным осуществлять ЧПП конвективного масштаба и усвоение данных ЧПП распределенным образом, по запросу, т.е. местные бюро прогнозов выполняют свою версию унифицированной модели в соответствии с требованиями заказчика.

В обзоре по истории исследований энергетического цикла и структуры тропических циклонов автор приходит к выводу о том, что тропические циклоны очень восприимчивы к незначительному охлаждению океана под глазом циклона и к связанному с ним радиальному профилю давления и ветра в этом районе; автор получает надежный профиль ветра, зависящий от параметров окружающей среды.

Представлены четыре темы, связанные с влиянием гор на региональ-

ный климат, а именно: разделение потока и разрыв волны; вертикальные градиенты в горах; орографические осадки и сопротивление волны. Эти темы исследовались с помощью редукционистских методов физики, однако в настоящее время для их изучения необходимо также использовать методы численного моделирования.

В разделе, посвященном спектру мезомасштабной изменчивости атмосферы и ее динамическим причинам, основное внимание уделено разработкам, связанным с работой Лилли, касающейся концепции стратифицированной турбулентности. Обсуждаются также исследования стратифицированной турбулентности на основе лабораторных работ и численного моделирования. Сделан вывод о том, что стратифицированная турбулентность играет более значительную роль в атмосфере, чем в океане. Авторы считают необходимым активизировать исследования мезомасштабной изменчивости атмосферы, чтобы устранить существующие расхождения в результатах моделирования атмосферной циркуляции.

Эта книга очень необходима исследователям в области турбулентности и мезомасштабной метеорологии. Использование моделирования большого вихря, особенно для понимания процессов, способствующих превращению слоисто-кучевых облаков в зоне морских субтропиков в небольшие кучевые облака, будет весьма полезным для исследований климата на больших территориях и, таким образом, повысит способность моделей общей циркуляции воспроизводить эти облака. Кроме того, мезомасштабная изменчивость приобретает все большее значение, поскольку необходимо определить поля ошибок для усвоения метеорологических данных в численных моделях.

В самом деле, для ученых и аспирантов, занимающихся мелкомасштабными движениями в атмосфере (мезомасштабные движения и движения более мелкого масштаба), эта книга будет весьма полезной для разработки новых методов и их использования для анализа и прогноза



Primer on climate change and sustainable development—facts, policy analysis and applications (Изменение климата и устойчивое развитие—факты, анализ политики и области применения. Учебник для начинающих).

Mohan Munasinghe and Rob Swart.
Cambridge University Press (2005).
xii + 445 pp.
ISBN 0-521-00888-3.
Price: £30.

мезомасштабных и мелкомасштабных атмосферных явлений.

Рафаэль Е. Окула
rikoola@mail.uonbi.ac.ke

Увлекательная форма изложения проблемы изменения климата позволяет перенести эту проблему из области научных изысканий и исследований в область, вызывающую озабоченность и интерес простых людей, правительственных чиновников и политиков. Один из величайших парадоксов современности состоит в том, что в мире беспрецедентного процветания живет слишком много бедняков. Авторы рассматривают эту проблему с точки зрения изменения климата.

Авторы объясняют долгосрочные перспективы изменения климата и связанные с ним сценарии эмиссий. Перспективы в отношении эмиссий зависят от комплекса факторов, таких как рост населения, а также техническое, социальное и экономическое развитие. Это закладывает основу связей между изменением климата и развитием.

Представлена идея того, как сделать развитие более устойчивым. Ключевыми элементами этой концепции являются стиль жизни, характер потребления, истощение и деградация природных ресурсов. Влияние изменения климата и уязвимость также необходимо рассматривать при принятии экономических решений, связанных с изменением климата.

Связь между эмиссиями, относящимися к деятельности человека,

является функцией управления населением. Усилия по уменьшению эмиссий имеют большое значение при составлении карты-схемы автомобильных дорог. Уменьшение и адаптация одинаково важны, но требуют усилий разного масштаба. Контроль эмиссий – это деятельность глобального масштаба, а адаптация осуществляется на локальном или региональном уровне.

Бедствия, связанные с водой, вследствие изменения климата будут увеличиваться с ростом населения. Адаптация важна для планов перспективного развития в этом секторе. Обсуждаются также возможные адаптационные меры в области здравоохранения, энергетики и сельского хозяйства. К ним относятся изменение характеристик сельскохозяйственных культур, повышение сопротивляемости к засухе, сезонное прогнозирование, межбассейновый перенос вод, опреснение и т.д. Хотя эти меры недешевы, бездействие может обернуться еще более высокими затратами в будущем.

Авторы утверждают, что хотя воздействия и стратегии адаптации варьируются, необходимо существенно повышать адаптационную способность, особенно в беднейших и наиболее уязвимых районах и странах. Особое внимание уделяется малым островным государствам с низкой адаптационной способностью, ограниченными ресурсами и неразвитой инфраструктурой.

Расходы, связанные с мерами по смягчению последствий изменения климата, компенсируются тем, что удастся избежать ущерба, а также постепенным уменьшением расходов на адаптацию. Используется подход к анализу затрат и выгод, состоящий из множества критериев. Стабилизация эмиссий и долгосрочные меры смягчения – это комплексная проблема, которую необходимо рассматривать под разным углом. Обсуждаются пути достижения разных уровней стабилизации и связанные с ними расходы.

Авторы показывают связь Рамочной конвенции ООН об изменении

климата и Киотского протокола, сочетающих меры смягчения с устойчивым развитием. Авторы полагают, что проблема стабилизации концентраций парниковых газов в конечном счете потребует участия всех регионов в программе по контролю эмиссий. Проблемы выработки механизмов чистого развития, вырубки лесов и уменьшения концентраций углерода имеют большое значение, а совместные действия и передача технологий также важны для будущего контроля эмиссий. Рассматриваются расходы, связанные с мерами смягчения в разных отраслях.

Необходимо понять взаимосвязь путей глобального потепления и развития человечества. Эта книга имеет большое значение для решения современных проблем, связанных с изменением климата, и, следовательно, крайне необходима и полезна студентам, учителям, политикам и государственным чиновникам на локальном, региональном и глобальном уровнях.

Ю.С. Де
udayshankar_de@hotmail.com

Новые поступления

Проблемы построения гипотез относительно природной среды на основе несовершенных теорий и наблюдений при наличии шумов существуют практически во всех научных дисциплинах. В книге рассматриваются эти проблемы на примере динамики геофизической жидкости. Основное внимание сосредоточено на дискретных формулировках, как статических,

так и меняющихся во времени. Эти формулировки известны под разными названиями: обратные задачи, задачи оценки состояния или задачи усвоения данных. Вначале излагаются фундаментальные алгебраические и статистические идеи, затем читатель знакомится с разнообразными методами проверки гипотез, включая сингулярное разложение, оценки Гаусса-Маркова и метод наименьших квадратов, фильтры Калмана и связанные с ними сглаживающие фильтры и методы сопряженного преобразования (множитель Лагранжа). В последних главах обсуждаются разнообразные области применения изложенного материала в задачах геофизического потока.

Последние публикации ВМО

Regional Association VI (Europe), 14th session – Abridged final report with resolutions (WMO-No.991) (14-я сессия Региональной Ассоциации VI (Европа) – краткий заключительный отчет с резолюциями (ВМО-№.991))
2006; 44с.
[A] – [E] – [F] – [R]
ISBN: 92-63-10991-5
Цена: 37 шв.фр.

Joint WMO/IOC Technical Commission for Oceanography and Marine Meteorology, second session – Abridged final report with resolutions and recommendations (WMO-No.995) (Вторая сессия Объединенной технической комиссии ВМО/МОК по океанографии и морской метеорологии – краткий заключительный отчет с резолюциями и рекомендациями (ВМО-№.995))
2006; v + 130с.
[A] – [E] – [F] – [R] – [S]
(C – в печати)
ISBN: 92-63-10995-8
Цена: 26 шв.фр.

Commission for Climatology, 14th session – Abridged final report with resolutions and recommendations (WMO-No.996) (14-я сессия Комиссии по климатологии – краткий заключительный отчет с резолюциями и рекомендациями (ВМО-№.996))

2006; v + 60с.
[A] (A, C, F, R, S – в печати)
ISBN: 92-63-10996-6
Цена: 20 шв.фр.

Legal and Institutional Aspects of Integrated Flood Management (WMO-No.997) (Правовые и институциональные аспекты комплексного регулирования паводков (ВМО-№.997))
2006; x + 91 с.
[E] (F и S – в печати)
ISBN: 92-63-10997-4
Цена: 20 шв.фр.



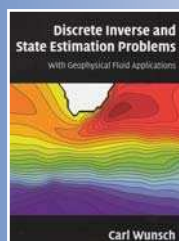
Commission for Agricultural Meteorology (CAgM) – The first fifty years (WMO-No.999) (Пятьдесят лет работы Комиссии по сельскохозяйственной метеорологии (КСхМ) (ВМО-№.999))
2006; 44с.
[E] (F и S – в печати)
ISBN: 92-63-10999-0
Цена: 15 шв.фр.



Annual Report of the World Meteorological Organization (2005) (WMO-No.1000) (Годовой отчет ВМО за 2005 год (ВМО-№.1000))
2006; vi + 84с.
[E] (F, R и S – в печати)
ISBN: 92-63-11000-X
Цена: 26 шв.фр.



Commission for Atmospheric Sciences, 14th session – Abridged final report with resolutions and recommendations (WMO-No.1002) (14-я сессия Комиссии по атмосферным наукам – краткий заключительный отчет с резолюциями и рекомендациями (ВМО-№.1000))
2006; vi + 49с.
[E] (A, C, F, R и S – в печати)
ISBN: 92-63-11002-6
Цена: 20 шв.фр.



Discrete Inverse and State Estimation Problems: With Geophysical Fluid Applications (Дискретные

обратные задачи оценки состояния: использование геофизической жидкости)

Carl I. Wunsch. Cambridge University Press (2006). xi + 371 pp.
ISBN 0-521-85424-5 (h/b).
Price: £70/US\$ 125.

НЕКРОЛОГ



Чарльз Г. Спринкл

Чарльз Г. Спринкл, бывший президент Комиссии по авиационной метеорологии (КАМ), умер 4 ноября 2005 г. в штате Мэриленд, США в возрасте 68 лет.

Чарльз Г. Спринкл, повсеместно известный как «Чарли», родился и вырос в Вестминстере (шт. Мэриленд). Он получил образование в университете штата Пенсильвания, закончив его в 1959 г. со степенью бакалавра по метеорологии. Свою карьеру в метеорологии он начал еще до окончания университета, приступив к работе в Бюро погоды США в 1958 г. в качестве студента-практиканта.

После окончания университета он был назначен в отдел прогнозов международного аэропорта в Кливленде в качестве метеонаблю-

дателя и ответственного за метеорологический инструктаж пилотов. Последующие девять лет он работал как прогнозист гражданской службы и авиационный синоптик.

В 1968 г. Чарли перешел в Национальный метеорологический центр в Сьютленде (шт. Мэриленд), где быстро продвинулся до поста заместителя директора отделения авиации и мониторинга. В 1975 г. он был переведен в центральный аппарат Национальной службы погоды (НСП), где в течение 18 лет работал начальником отделения обслуживания авиации отдела метеорологии.

Международной метеорологией Чарли стал заниматься в середине 1970-х, участвуя в работе как Международной организации гражданской авиации (ИКАО), так и ВМО. В конце 1970-х он принимал участие в работе группы экспертов по зональным прогнозам, которая разработала проект Всемирной системы зональных прогнозов (ВСЗП). Сейчас эта система является основой для обслуживания глобальными прогнозами по трассе полетов.

В 1986 г. он был избран вице-президентом КАМ, в 1990 г. – президентом, а в 1994 избран президентом на второй срок. В работе по осуществлению ВСЗП Чарли играл

ведущую роль в обеспечении глобальной стандартизации кодов для передачи наблюдений и прогнозов в зоне аэропорта. Он обеспечивал поддержку установки оборудования, необходимого для получения спутниковых передач ВСЗП, а также многих учебных мероприятий.

Чарли участвовал в программе по системе сбора и ретрансляции данных с воздушного судна через спутник и сыграл ключевую роль в создании группы экспертов ВМО по АМДАР с целью обеспечения развития и глобальной координации программ авиационных наблюдений. Он возглавлял эту группу экспертов с момента ее создания и до ухода на пенсию.

В 1994 г. Чарли был переведен в отдел международных отношений НСП, где работал до пенсии. В 2000 после 42 лет работы он ушел на пенсию. В 2002 г. на 12-й сессии КАМ Генеральный секретарь ВМО вручил ему диплом за выдающиеся достижения.

После Чарли остались жена Энн 45 лет, трое детей, восемь внуков, отец и брат. Им его не хватает так же, как и многим друзьям по всему миру.

Нейл Гордон при участии
Рона МакФерсона

Новости Секретариата ВМО

Визиты Генерального секретаря

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

Венгрия

Генеральный секретарь посетил Венгрию 6–7 марта 2006 г. В Будапеште он встретился с д-ром М. Персануи, министром по вопросам окружаю-



Будапешт, Венгрия, март 2006 г. – Генеральный секретарь ВМО с г-ном З. Дункелем, постоянным представителем Венгрии при ВМО

щей среды и водных ресурсов, для обсуждения вопросов, связанных с окружающей средой, и роли национальных метеорологических и гидрологических служб (НГМС).

Генеральный секретарь посетил Венгерскую метеорологическую службу и встретился с директором и постоянным представителем Венгрии при ВМО д-ром З. Дункелем. Г-н Мишель Жарро встретился также с Генеральным секретарем Венгерской академии наук и выступил перед членами Венгерского метеорологического общества. Он посетил факультет естественных наук Университета Еотвоса Лорана и прочитал лекцию для студентов отделения метеорологии.

Штаб-квартира ООН, Нью-Йорк

10 марта 2006 г. Генеральный секретарь принял участие в состоявшемся в штаб-квартире ООН в Нью-Йорке совещании по переработке Международной стратегии Организации Объединенных Наций по уменьшению опасности стихийных бедствий (МСУОБ). Во время визита г-н Мишель Жарро встретился с г-ном Дж. Егеландом, заместителем Генерального секретаря ООН по гуманитарным вопросам и руководителя системы МСУОБ. В состав переработанной

МСУОБ войдет Со-вет по контролю за управлением, роль которого будет заключаться в том, чтобы давать рекомендации по вопросам стратегии управления и мобилизации ресурсов.

Япония

14–15 марта 2006 г. Генеральный секретарь посетил Токио, Япония. В Японском метеорологическом агентстве (ЯМА) он встретился с генеральным директором и постоянным представителем Японии при ВМО, г-ном К. Нагасака. Они обсудили вопросы, представляющие взаимный интерес, такие как техническое сотрудничество в регионе и сотрудничество между Японией и ВМО. Генеральный секретарь посетил ЯМА и выступил с докладом перед старшими должностными лицами о роли ВМО в международном сотрудничестве в области метеорологии.

Мексика

Генеральный секретарь посетил Мексику с 16 по 22 марта 2006 г. по случаю Четвертого всемирного форума по водным проблемам (ВФВ-4). Всемирный совет по водным проблемам организует форум, который является самым крупным международным мероприятием по вопросам



Мексика, март 2006 г. – Генеральный секретарь посещает стенд ВМО во время Четвертого Всемирного форума по водным проблемам. С ним справа д-р М. Розенгаус Москински, постоянный представитель Мексики при ВМО.

пресной воды, каждые три года. ВФВ-4 впервые рассматривал проблему управления в условиях риска в качестве своей основной темы. Генеральный секретарь выступил на пленарном заседании в день, посвященный проблемам управления в условиях риска. Он подчеркнул, что, несмотря на то что избежать опасных стихийных явлений невозможно, комплексная оценка рисков и заблаговременные предупреждения, наряду с мерами по предотвращению опасности и смягчению последствий, могут предотвратить превращение многих опасных явлений в бедствия. Могут быть приняты меры, для того чтобы существенно сократить количество человеческих жертв и социально-экономический ущерб.

Генеральный секретарь также выступил на пленарном заседании по вопросам Африки, напомнив, что континент подвергается экстремальным воздействиям засух и наводнений, и подчеркнул необходимость распознавания этих экстремальных явлений, их прогнозирования и принятия соответствующих действий.

Г-н Мишель Жарро посетил Национальную метеорологическую службу и встретился с постоянным представителем Мексики при ВМО д-ром Розенгаусом Мощински для обсуждения технического сотрудничества и укрепления службы.

Германия

Генеральный секретарь посетил Германию по случаю третьей Международной конференции по вопросам заблаговременного предупреждения, которая состоялась в Бонне с 27 по 29 марта 2006 г. Он выступил с докладом на открытии научно-технического симпозиума Конференции и встретился с г-ном Дж. Егеландом, заместителем Генерального секретаря ООН по гуманитарным вопросам; сэром Дэвидом Кингом, старшим научным советником правительства Соединенного Королевства Великобритании и Северной Ирландии, и г-жой К. Сьерра, первым вице-президентом Всемирного банка. Генеральный секретарь также принял участие в

дискуссиях «круглого стола», под председательством бывшего президента США У. Клинтона, специального представителя ООН по вопросам восстановления после цунами.

Испания

7 апреля 2006 г. г-н Мишель Жарро посетил Мадрид (Испания) для участия в первой очередной сессии Совета административных руководителей организаций системы Организации Объединенных Наций по координации (САР), которая проходила в штаб-квартире Всемирной туристской организации ООН (ВТО ООН). После сессии в Сеговине состоялась неофициальная встреча лидеров САР, где административные руководители обсуждали вопросы в масштабах ООН.

Швейцария

Постоянный представитель Швейцарии при ВМО г-н Д.К. Керлебер Бурк пригласил Генерального секретаря для участия в торжественной церемонии, посвященной празднованию 125-й годовщины Федерального бюро метеорологии и климатологии



Мадрид, Испания, 7 апреля 2006 г. – Генерального секретаря приветствует Его Королевское Величество принц Астурии. Также на фото (справа налево) г-н Кофи Аннан, Генеральный секретарь Организации Объединенных Наций и г-жа Аннан; Ее Величество королева Испании София; Его Королевское Величество принц Астурии.



Photo: Michel Gilgen

Цюрих, Швейцария, 2 мая 2006 г. – Генеральный секретарь с пилотом аэростатов Бертраном Пиккардом во время празднования 125-й годовщины «МетеоСвисс».

«МетеоСвисс», которая состоялась 2 мая 2006 г. в Цюрихе. Наряду с членом Федерального совета Швейцарии г-ном П. Коучепином и прославленным пилотом аэростатов г-ном Б. Пиккардом г-н Мишель Жарро был одним из трех основных выступающих на этом мероприятии, которое собрало около 200 видных деятелей швейцарского правительства и научного сообщества.

В своей речи Генеральный секретарь напомнил об особых партнерских отношениях между ВМО и «Метео-Свисс», сложившихся в результате того, что Секретариат ВМО размещается в Женеве на территории Швейцарии, а женевский офис «Метео-Свисс» располагается в здании ВМО.

Австралия

Генеральный секретарь посетил Австралию по случаю 14-й сессии

Региональной ассоциации V (Юго-западная часть Тихого океана), которая состоялась в Аделаиде с 9 по 16 мая 2006 г. В Канберре г-н Мишель Жарро встретился с Его Превосходительством почтенным Дж. Хантом, членом парламента, парламентским секретарем Министерства по вопросам окружающей среды и наследия. Во время сессии РА Генеральный секретарь провел дискуссии с постоянными представителями участвовавших в сессии стран-членов ВМО, в частности по вопросам, связанным с малыми островными развивающимися государствами и развитием НГМС.

9 мая г-н Мишель Жарро вместе с Президентом ВМО д-ром А.И. Бедрицким вручил д-ру Дж.У. Зиллману, бывшему Президенту ВМО, 50-ю премию Международной метеорологической организации.

Бывшая Югославская Республика Македония

Генеральный секретарь посетил Скопье и Орид, бывшая Югославская Республика Македония, с 25 по 27 мая 2006 г. Он принял участие в конференции по системе наблюдения и информации о водных ресурсах для поддержки принятия решений BALWOIS 2006 и в научном симпозиуме по численному предсказанию погоды. Г-н Мишель Жарро встретился с Ее Превосходительством г-жой И. Митрева, министром иностранных дел.

Генеральный секретарь выступил со вступительной речью на от-



Бывшая Югославская Республика Македония, май 2006 г. – Генеральный секретарь с д-ром В. Спиридоновым, постоянным представителем при ВМО.

крытии научного симпозиума и с заявлением на церемонии закрытия научной конференции BALWOIS 2006. Он встретился с д-ром В. Спиридоновым, директором Республиканского гидрометеорологического института и постоянным представителем при ВМО для обсуждения роли ВМО в мониторинге и предсказании погоды и климата и международного сотрудничества в субрегионе. В обсуждении участвовали ряд постоянных представителей при ВМО, присутствовавших на сессии.



Аделаида, Австралия, 9 мая 2006 г. – Генеральный секретарь выступает на церемонии открытия 14-й сессии Региональной ассоциации V (Юго-западная часть Тихого океана).



Открытие субрегионального практического семинара по социально-экономической эффективности метеорологического и связанного с ним обслуживания в восточной, центральной и северной частях Африки.

Мали

29 мая 2006 г. Генеральный секретарь посетил Мали для участия в торжественном открытии нового здания Национальной метеорологической службы и открытии субрегионального практического семинара по социально-экономической эффективности метеорологического и связанного с ним обслужи-

вания в восточной, центральной и северной частях Африки. Г-н Жарро встретился с премьер-министром г-ном И. Маига и министром техники и транспорта г-ном А. Коита. Г-н Мишель Жарро обсудил с постоянным представителем Мали при ВМО и другими постоянными представителями, участвовавшими в мероприятии, роль НГМС в достижении устойчивого развития.

Вопросы персонала

Назначения



Херберт ПУМПЕЛЬ
23 апреля 2006 г. назначен руководителем Группы авиационной метеорологии Департамента программы по применению



Сянхуа СИН
26 мая 2006 г. назначен переводчиком/редактором (китайское отделение) Департамента лингвистического обслуживания и подготовки публикаций



Рупа Кумар КОЛЛИ
4 мая 2006 г. назначен руководителем Отдела Всемирной программы климатических применений и КЛИПС Департамента Всемирной климатической программы



Александр КЕШАВДЖИ
18 апреля назначен сотрудником по разработке проектов Департамента лингвистического обслуживания и подготовки публикаций



Антониа Ромео МАГНАТ 1 мая 2006 г. назначена сотрудником по поддержке лингвистического обслуживания Департамента лингвистического обслуживания и подготовки публикаций

Переводы

Токиеши ТОЙАЯ 1 мая 2006 г. переведен на пост директора Регионального бюро для Азии и северо-западной части Тихого океана

Андрес Ориас БЛЕЙШНЕР 15 мая 2006 г. переведен на пост сотрудника по программам (Америки)

Чантал ЕТТОРИ 1 мая 2006 г. переведена на должность старшего клерка технической библиотеки

Юбилей

Абдеррахман КУАРБАЛ, старший клерк-кладовщик Отдела общего обслуживания Департамента по управлению ресурсами, 1 мая 2006 г. отметил 25-летний юбилей своей службы

Антонио БЕЛДА ЕГЕА, печатник Группы печати и копирования Отделения по печатанию и электронным публикациям Департамента конференций, печатных работ и распространения публикаций, 4 мая 2006 г. отметил 25-летний юбилей своей службы

Календарь

Дата	Название	Место
7–9 августа	Рабочая группа РА I по сельскохозяйственной метеорологии	Триполи, Ливия
28–29 августа	Практический семинар КГМС по оптимизации НОС/ГСС	Женева
29 августа	Координационная группа 3 МГеоЛаб по микроволновому зондированию с ГСС	Женева
30 августа	Совещание КГМС по координации частот	Женева
31 августа–1 сентября	Третий практический семинар Объединенной службы глобального распространения данных (ИГДДС)	Женева
4–8 сентября	Объединенное совещание Группы экспертов по использованию спутников и продукции и группы экспертов по спутниковым системам	Женева
4–8 сентября	Учебный курс по метеорологии для синоптиков из национальных метеорологических служб стран, расположенных на островах южной части Тихого океана	Ноумеа, Новая Каледония
7–13 сентября	Региональная Ассоциация III (Южная Америка) – 14 сессия	Лима, Перу
11–15 сентября	Четвертый региональный практический семинар по прогнозированию штормовых нагонов и волн	Манила, Филиппины
14–16 сентября	Совещания экспертов по дистанционному обучению с использованием компьютера в области метеорологии, гидрологии и водных ресурсов	Нанкин, Китай
18–29 сентября	Региональный учебный семинар РА II/РА VI по СОДП и МОН в поддержку уменьшения опасности стихийных бедствий	Ланген, Германия
24–29 сентября	Девятый международный практический семинар по ретроспективному и обычному прогнозированию волнения	Виктория, Британская Колумбия, Канада
25–28 сентября	Объединенный комитет по Международному полярному году (2007/2008) – четвертая сессия	Лонгьербьен, Свалбард, Норвегия
2–5 октября	Учебный семинар РА VI по наращиванию потенциала в области вопросов, связанных с климатом	Ереван, Армения
5–7 октября	Комитет управления СКОММ – пятая сессия	Женева
9–13 октября	Практический семинар МОН по выпуску предупреждений об опасных явлениях в реальном масштабе времени с использованием технологии прогнозирования текущей погоды	Сидней, Австралия
9–13 октября	Учебный курс ЕЦСПП по использованию и интерпретации продукции ЕЦСПП для стран-членов ВМО	Рединг, Соединенное Королевство
25–27 октября	Международный практический семинар по управлению в условиях агрометеорологического риска: задачи и возможности	Нью-Дели, Индия
28 октября–3 ноября	Комиссия по сельскохозяйственной метеорологии – 14 сессия	Нью-Дели, Индия
6–8 ноября	Техническая конференция КОС по Информационной системе ВМО	Сеул, Республика Корея
9–16 ноября	Комиссия по основным системам – внеочередная сессия	Сеул, Республика Корея
21–22 ноября	Техническая конференция КАМ по авиационной метеорологии	Каир, Египет

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 созывается 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

М.А. Рабиоло (Аргентина)

Члены Исполнительного Совета по должности (президенты региональных ассоциаций)

Африка (Регион I)

М.С. Мита (Объединенная Республика Танзания)

Азия (Регион II)

А.М.Х. Иса (Бахрейн)

Южная Америка (Регион III)

Р. Мишелини (Уругвай) (и.о.)

Северная и Центральная Америка (Регион IV)

С.Фуллер (Белиз)

Юго-Запад Тихого океана (Регион V)

А.Нгари (Острова Кука) (и.о.)

Европа (Регион VI)

В.К.Керлебер-Бурк (Швейцария)

Избранные члены Исполнительного Совета

М.Л. Бах (Гвинея)

П.-Е.Бич Франция (и.о.)

А.Дивино Маура Бразилия (и.о.)

Ф.Кадарсо Гонзалес Испания (и.о.)

М.Капалдо Италия (и.о.)

В.Каш Германия (и.о.)

Дж.Дж. Келли Соединенные Штаты Америки

М.Конате Мали (и.о.)

Г.Б.Лав Австралия (и.о.)

Дж. Ламсден Новая Зеландия

П.Мансо Коста-Рика (и.о.)

Дж.Митчел Соединенное Королевство (и.о.)

Ф.П. Моте Гана

Дж.Р. Мукабана Кения

Д. Мусони Руанда (и.о.)

С.Наир Индия (и.о.)

И.Обрусник Чехия (и.о.)

Х.Х.Олива (Чили)

Дж.К.Рабати Иордания (и.о.)

Б.Т. Секоли Лесото

Ф.Д. Фрейрес Лучио Мозамбик (и.о.)

Т. Хираки Япония (и.о.)

Цинь Дахэ (Китай)

К.З. Чаудри (Пакистан)

М.Шауки Саадаллах (Египет) (и.о.)

М.Д. Эверелл (Канада)

Яп Кок Сен Малайзия (и.о.)

Президенты технических комиссий

Авиационная метеорология

Н. Гордон

Сельскохозяйственная метеорология

Р.П. Мота

Атмосферные науки

М.Беланд

Основные системы

А.И. Гусев (и.о.)

Климатология

П.Бессемоулин

Гидрология

Б.Стюарт

Приборы и методы наблюдений

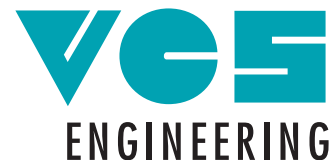
Р.П. Кантенфорд (и.о.)

Океанография

и морская метеорология

П. Декстер и Дж.-Л. Феллоус

www.rst.vcs.de

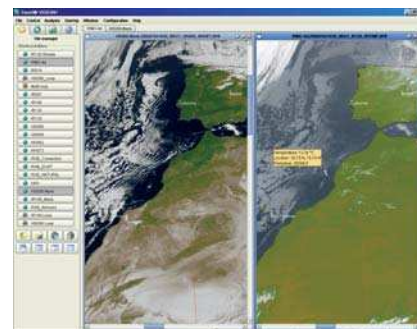


Satellite Data Broadcast via DVB!

Remote Sensing Technology

VCS is a leading supplier of EUMETCast DVB LRIT/HRIT receiving stations based on the standard DVB multicast technology.

Assuming that you are an authorised user, you will have access to a variety of data like High Rate SEVIRI Image Data, Low Rate SEVIRI Image Data, Rapid Scanning Service (RSS), High Resolution Image (HRI), Indian Ocean Data Coverage (IODC), Data Collection and Retransmission (DCP), Meteorological Data Dissemination (MDD), Meteorological Products including SAF products, EUMETSAT ATOVS Retransmission Service (EARS), Foreign Satellite Data (FSD) and DWDSAT.



Please ask us for your solution

By emailing sales.rst@vcs.de or calling +49 234 9258-112.

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



ПОЧЕМУ БЫ НЕ ПОМЕСТИТЬ РЕКЛАМУ В БЮЛЛЕТЕНЕ ВМО?

Бюллетень ВМО, основной тираж которого составляет 6500 экземпляров и который широко распространяется во всем мире на четырех языках (английском, французском, русском и испанском), является идеальным средством рекламы по всем вопросам, представляющим интерес для метеорологов, гидрологов, а также ученых, работающих смежных областях. Помимо его распространения среди метеорологических и гидрометеорологических служб всех стран-членов ВМО, Бюллетень направляется в службы тех немногих стран, которые еще не присоединились к Организации. Он также направляется в различные правительственные учреждения, университеты, научные общества, а также широкому кругу других соответствующих органов и индивидуальным подписчикам.

Если Вы поместите одну и ту же рекламу в четырех последовательных выпусках Бюллетеня ВМО, Вы получите скидку в 25%!

Для получения более подробных сведений о размещении рекламы в Бюллетене ВМО, пожалуйста свяжитесь с помощником редактора Бюллетеня ВМО по адресу:
World Meteorological Organization, Case postale 2300, CH-1211 Geneva 2, Switzerland.

Tel.: (+41) (0)22 730 82 86. Fax: (+41) (0)22 730 80 24.

E-mail: myabi@wmo.int

Фирма Барон предоставляет услуги, которые более ...



ПРОГРЕССИВНЫ ТЕХНИЧЕСКИ

Ни одна из компаний, занимающихся метеорологическим обслуживанием, не направляет больше энергии, чем Барон, на использование метеорологических инноваций



ОРИЕНТИРОВАНЫ НА ПОТРЕБИТЕЛЯ

Уже 16 лет мы обслуживаем обширную группу отраслей деятельности, включая телерадиовещание, обеспечение безопасности населения, освоение морской среды, авиацию и повсеместное решение проблем, связанных с погодой. Наша работа определяется потребностями в применении нашей продукции.



ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННЫ

Мы растем, но остается постоянной наша приверженность созданию услуг наивысшего возможного качества. Мы сосредотачиваемся на улучшении повседневной жизни людей за счет обеспечения их безопасности и осведомленности. Это – наша обязанность.



4930 Research Drive
Huntsville, Alabama 35805
256-881-8811 Phone
256-881-8283 Fax
sales-int@baronservices.com
www.baronservices.com

LAS

LARGE APERTURE SCINTILLOMETER

REMOTE SENSING TECHNOLOGY FOR
MONITORING AREA-AVERAGED SENSIBLE
HEAT FLUX AND EVAPO-TRANSPIRATION



The line of sight path-integrating capabilities of the LAS (0.2 to 4.5 km) and X-LAS (1 to 10 km) provide reliable area-representative fluxes of sensible heat. The Scintillometers are also the basis of a complete system comprising selected environmental sensors, data loggers and specially developed Evation software for the real-time measurement of evapo-transpiration, ideal for earth energy balance and water management studies.



Kipp & Zonen B.V.
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

WWW.KIPPZONEN.COM

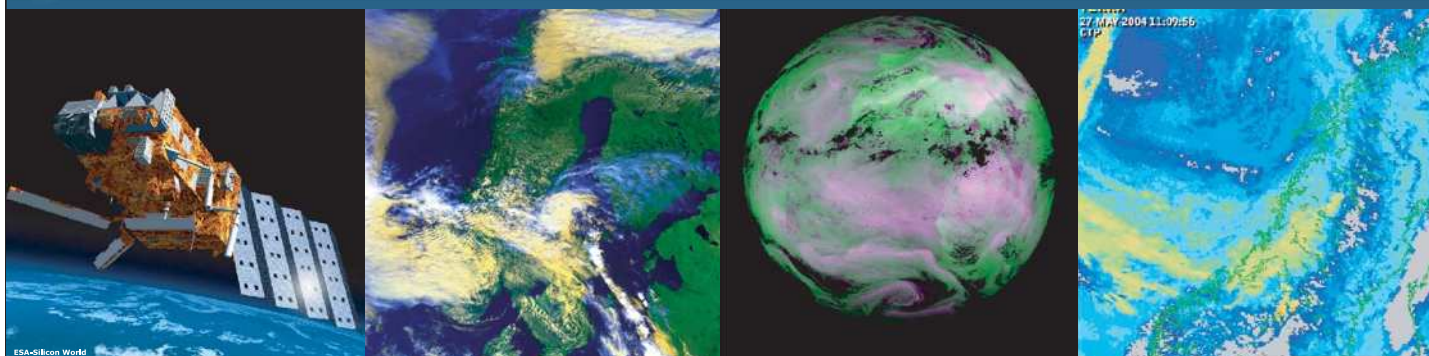


KONGSBERG

MEOS™

Multi-Mission Earth Observation System

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



Kongsberg Spacetek 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 Spacetek 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.spacetek.no

WORLD CLASS - *through people, technology and dedication*



Чтобы подготовиться к худшему, следует полагаться на лучшее

Мобилизация чрезвычайного реагирования на суровые погодные условия является трудной задачей. Жизненно важная роль при этом принадлежит раннему предупреждению. Для своевременного распространения данных требуются новые технологии интеграции датчиков и создания самых современных средств обнаружения, отслеживания и прогнозирования. Именно это обеспечивает Отделение интегрированных метеорологических и экологических систем компании «Локхид Мартин» (Lockheed Martin's Integrated Weather and Environmental System). Занимая лидирующее положение в области метеорологических, гидрологических и экологических систем, мы предлагаем готовые к сдаче «под ключ», полностью интегрированные, общенациональные системы, приспособленные к вашим потребностям. И мы делаем это вот уже более 30 лет.



Понимание проблем качества воздуха



Метеорологические данные в поддержку использования моделей качества воздуха, переноса и рассеяния

- Доплеровские радиолокационные профилометры ветра фирмы Вайсала – неоценимый инструмент мониторинга и исследований качества воздуха
- Наши лидарные облакомеры – незаменимая альтернатива при исследованиях слоев перемешивания, когда необходима плотная сеть наблюдений

Профилометры ветра и облакомеры фирмы Вайсала помогают Вам понять, каким образом атмосферное перемешивание воздействует на перенос загрязнений. Это также важные элементы сети наблюдений за качеством воздуха.



Облакомер CL31 фирмы Вайсала – концентрация многолетнего полевого опыта и обратной связи с сотнями потребителей. Облакомер CL31 надежен при всех погодных условиях – и хороших, и плохих.

www.vaisala.com

Vaisala Oy

Tel. +358 9 494 91 Fax +358 9 4949 2227

mailto:info@vaisala.com



VAISALA
Reliable.



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

ISSN 0250-6076

CD-ROM

Содержание компакт-диска (в .pdf формате):

- Бюллетень ВМО 55 (3) – Июль 2006 г.
- WMO at a glance (WMO-No. 990)
- World Meteorological Day 2006 – Preventing and mitigating natural disasters: brochure (WMO-No. 993), poster and foldout “Natural hazards”
- MeteoWorld – April 2006 and June 2006
- World Climate News No. 29 – June 2006