



Всемирная
Метеорологическая
Организация

Погода • Климат • Вода

Том 57 (3) - Июль 2008

Бюллетень

Тематические статьи | Интервью | Новости | Книжное обозрение | Календарь

www.wmo.int

Гидрология в интересах управления водными ресурсами

Гидрология и водные
ресурсы в рамках ВМО –
становление Программы

140

Эволюционирующая роль
ВМО в области гидрологии
и управления водными
ресурсами

147

Потребности в
наращивании потенциала
для Национальных
гидрологических служб

152

Понимание
гидрологического цикла:
ключ к устойчивому
развитию

170



Необходимость
оценки водных
ресурсов

159



Развитие гидрометрической техники:
новые приборы для картографирования
гидродинамики рек

163



Новые проблемы в
области управления
водными ресурсами

178

Гидрологические прогнозы являются фундаментальным средством для решения разнообразных проблем в области гидрологии и управления водными ресурсами. Мониторинг, прогнозирование и раннее предупреждение играют кардинальную роль в цикле управления риском.

Мишель Жарро,
Генеральный секретарь ВМО

Бюллетень

Официальный журнал
Всемирной Метеорологической
Организации

Том 57 (3) - Июль 2008 г.

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

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)
Ж. Асрар (исследования климата)
Л. Барри (атмосферные исследования и окружающая среда)
Д. Хинсман (базовые системы, спутники)
Е. Манаенкова (политика, международные связи)
Р. Мастерс (развитие, региональная деятельность)
Б. Ниензи (климат)
Д. Чезл (стратегическое планирование, многоплановая деятельность)
А. Тайджи (вода)
Дж. Вильсон (образование и обучение)

Стоимость подписки

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

E-mail: pubsales@wmo.int

Авторское право © Всемирная метеорологическая организация 2007 г.

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

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

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

Содержание

В этом номере	136
Всемирная климатическая конференция-3	138
Гидрология и водные ресурсы в рамках ВМО – становление Программы, Артур Аскью	140
Эволюционирующая роль ВМО в области гидрологии и управления водными ресурсами, Карл Хофиус	147
Потребности в наращивании потенциала для национальных гидрологических служб, Джулиус Велленс-Менсах	152
Необходимость оценки водных ресурсов, Хэрри Ф. Линз	159
Развитие гидрометрической техники: новые приборы для картографирования гидродинамики рек, Мэриан Масте, Вон Ким и Дженис М. Фулфорд.....	163
Понимание гидрологического цикла: ключ к устойчивому развитию, Анжел Луис Алдана Валверде	170
Краткосрочная и среднесрочная информация о климате для управления водными ресурсами, Чарльз Персон	173
Новые проблемы в области управления водными ресурсами: будущая роль Комиссии по гидрологии (КГи), Брюс Стюарт.....	178
50 лет назад	183
Книжное обозрение	186
Некролог	193
Новости Секретариата ВМО	196
Календарь	199
Всемирная Метеорологическая Организация	200
Члены Всемирной Метеорологической Организации	201

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

WMO Bulletin

www.wmo.int/bulletin_en

Communication and Public Affairs

World Meteorological Organization (WMO)

7bis, avenue de la Paix

Case postale No. 2300

CH-1211 Geneva 2, Switzerland

Tel.: + 41 22 730 84 78

Fax: + 41 22 730 80 24

E-mail: jtorres@wmo.int

В этом номере

Рассказать о самом главном из 50-летнего периода существования такой организации, как Комиссия ВМО по гидрологии (КГи) на страницах одного выпуска нашего Бюллетеня представлялось непростой задачей с разных точек зрения. Можно ли обобщить на этих страницах усилия, успехи, неудачи, достижения, разочарования и т.д. сотен экспертов, которые в течение полвека посвящали свое время, знания и опыт инициативам, предпринятым КГи? Следовало ли посвятить этот выпуск иллюстрации основных этапов работы или сконцентрировать его на сегодняшних проблемах? Или, может быть, стоило сконцентрироваться на том, что нас ждет впереди, на том, что будущее приготовило для гидрологического сообщества планеты в целом и для ВМО в частности? Ответы на все эти вопросы показали, что задача поставлена грандиозная. Мы постарались подготовить гармоничный выпуск Бюллетеня, отражающий прошлое, настоящее и будущее.

Учитывая, что конечная цель КГи состоит в поддержке эффективного использования гидрологии в рамках Комплексного использования водных ресурсов посредством оказания помощи национальным гидрологическим службам в повышении эффективности их работы по предоставлению своего обслуживания, логично сделать некоторый акцент на сегодняшней ситуации и на том,

как национальные гидрологические службы развивающихся стран могут учиться на опыте более развитых стран. Также важно понять, откуда появилась наша организация, и обоснованно предположить, с какими основными проблемами ей предстоит столкнуться в грядущие десятилетия. Поэтому первая и последняя статьи посвящены истории и будущему КГи, в то время как в остальных статьях этого выпуска с разных точек зрения анализируется сегодняшняя ситуация.

В первой статье Артур Аскью, бывший директор Департамента по гидрологии и водным ресурсам ВМО и нынешний президент Международной ассоциации гидрологических наук, кратко рассказал о создании Программы по гидрологии и водным ресурсам и взаимоотношениях этой программы с ЮНЕСКО. В статье приведена интересная историческая информация о различных стадиях, которые программа прошла в своем развитии на пути к превращению в нынешнюю Программу по гидрологии и водным ресурсам. Статью, которая снабжена убедительными документальными данными, могут использовать специалисты, занимающиеся прогнозированием будущего развития программы.

Дополняя усилия Артура Аскью, Карл Хофиус, бывший президент Комиссии по гидрологии, более глубоко рассматривает деятельность

Комиссии в период 1990-х начала 2000-х гг., что помогает понять, как развивалась деятельность, связанная с погодой и климатом. В его статье рассказывается об усилиях, которые привели к тому, что ВМО приняла подзаголовок «Погода, климат и вода».

В третьей статье, которая подготовлена Джулиусом Велленс-Менсахом, вице-президентом КГи, внимание сконцентрировано на потребностях национальных гидрологических служб в наращивании потенциала. С учетом роли КГи в передаче технологии из развитых в развивающиеся страны наращивание потенциала рассматривается в совокупности, включая такие вопросы, как структура управления качеством и потребности в инфраструктуре.

Следующая статья, подготовленная Гарри Линсом, членом Консультативной рабочей группы КГи, имеет наводящее на размышления название «Необходимость оценки водных ресурсов». Автор использует результаты последней важной конференции по водным ресурсам, организованной Организацией Объединенных Наций (может быть, читатель помнит, что она была организована ВМО от имени всей системы Организации Объединенных Наций). Автор призывает нас всегда помнить о том, что «оценка водных ресурсов» является необходимым предварительным условием для устойчивого развития и

управления водными ресурсами во всем мире.

У пятой статьи три автора: Мэриан Мусте, Вон Ким и Дженис Фулфорд. В статье представляется информация о достижениях в области гидрометрической технологии – новых и появляющихся приборах для картирования гидродинамики рек. Для статьи такого ограниченного размера достаточно подробно рассматривается акустический профилометр Доплера для измерения течения. Также описываются недавняя и будущая деятельности Комиссии по гидрологии в области гидрометрии, особенно в отношении новых технологий для измерения расхода воды в реках.

«Понимание гидрологического цикла: ключ к устойчивому развитию» – таково точное название статьи, подготовленной Анжелом Луисом Алдана, членом Международной ассоциации гидротехнических исследований. В статье описываются взаимодействия водного цикла и социального развития, а также отношения между водными ресурсами и обществом. Важность знаний о гидрологическом цикле

представлена в контексте различных применений, например, в связи с управлением связанными с наводнениями рисками.

В предпоследней статье рассматриваются вопросы, связанные с климатической и гидрологической информацией и прогнозами, а также связи между национальными гидрологическим службами и структурами, управляющими водохозяйственной деятельностью, которые являются конечными пользователями информации. Чарльз Пирсон, советник по гидрологии Региональной ассоциации V (Юго-западная часть Тихого океана) и советник по гидрологии в Новой Зеландии, в своей статье «Краткосрочная и среднесрочная климатическая информация для управляющих водохозяйственной деятельностью» приводит примеры из Новой Зеландии вместе с информацией глобального характера, которая разрабатывается или уже разработана в рамках Программы по гидрологии и водным ресурсам.

В то время как в трех последних статьях в некоторой степени уже рассматривались будущие проблемы, завершающая статья, в подготовку

которой я имел удовольствие внести свой вклад, полностью посвящена будущим задачам, которые Комиссии предстоит решать. Очевидно, что связанные с водными ресурсами проблемы, с которыми мы сегодня сталкиваемся, станут только более комплексными и захватывающими по мере нашего продвижения вперед в условиях высоко изменчивого климата. При этом нагрузка на ценные, но недостаточные водные ресурсы и потребность в них будут возрастать. Если мы собираемся решать задачи, которые станут перед нами в будущем, то все элементы: технология, наука, исследования и разработки, наращивание потенциала и надлежащее управление – должны работать в тесном взаимодействии. Несомненно, успехи последних 50 лет, достигнутые благодаря вкладу столь многих экспертов и должностных лиц, представляют доказательства успешной работы КГи на многих фронтах и прочную основу, на базе которой следует двигаться вперед и решать будущие задачи.

Брюс Стюарт,
президент Комиссии по
гидрологии

Всемирная климатическая конференция – 3

Климатический прогноз
и информация
для принятия решений



Женева, Швейцария
31 августа – 4 сентября 2009 года

Международный центр конференций в Женеве



Изменчивость и изменение климата влияют на благосостояние общества через взаимодействие с системами жизнеобеспечения. Человечество всегда вело наблюдения за природой с целью мониторинга и прогноза климатических условий, чтобы использовать благоприятные условия и управлять рисками.

Потребности в обслуживании климатическими прогнозами и информацией будут расти в условиях изменения климата и повышения уязвимости людей, особенно в регионах с высокой климатической изменчивостью, которые подвержены воздействию бедствий, связанных с климатом. Устойчивость экономического развития и условия проживания будут зависеть от нашей способности управлять рисками, связанными с экстремальными климатическими явлениями, частота, интенсивность

и распространение которых имеют тенденцию к росту.

Благодаря успехам в области метеорологии и гидрологии мы получили более эффективные средства управления рисками, связанными с климатом. Об этом свидетельствуют материалы форумов, посвященных сезонным климатическим ориентировочным прогнозам. Климатические прогнозы и информация, предоставляемые обществу, правительству и социально-экономическим отраслям, позволяют определить районы и периоды потенциальных рисков, принять превентивные меры и планировать ответные мероприятия по борьбе с бедствием.

Климатическая информация вносит важный вклад в проектирование, развитие и устойчивость широкого диапазона деятельности во многих социально-экономических отрас-

лях, включая сельское хозяйство, городское планирование, управление водными и энергетическими ресурсами, транспорт, туризм и функционирование инфраструктуры. Вместе с прогнозами климатическая информация помогает управлять рисками, связанными с изменчивостью климата, что повышает наши возможности адаптации к изменению климата.

Успехи в области сезонных прогнозов климата не всегда оказываются достаточно полезными для общества. Это связано с отсутствием комплексного подхода к обслуживанию климатическими прогнозами и информацией и отсутствием соответствующих вспомогательных институциональных механизмов. Национальные, региональные и глобальные учреждения, включая метеорологические службы, про-

Более качественная климатическая информация во имя лучшего будущего

http://www.wmo.int/pages/world_climate_conference/index_en.html

должают совершенствовать свою продукцию и услуги, не учитывая при этом в полной мере потребности различных пользователей. В свою очередь, пользователи продолжают совершенствовать обслуживание отраслей, зависящих от климата, не привлекая метеорологические службы, а используя имеющуюся климатическую информацию.

Необходим совместный подход, который учитывал бы эти общие потребности. Климатические прогнозы и информация должны способствовать деятельности по управлению отраслями, зависящими от климата, включая уменьшение опасности бедствий и адаптацию к изменению и изменчивости климата. Это нашло отражение в Хиогской рамочной программе действий по уменьшению опасности бедствий, Балийском плане действий Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК) и Найробийской рабочей программе, которые способствовали достижению Целей в области развития Декларации тысячелетия ООН.

Первая и Вторая всемирные климатические конференции (1979 и 1990 гг.) сыграли решающую роль в привлечении внимания мирового сообщества на необходимость лучшего понимания климатических систем и изменения климата для смягчения его пагубных воздействий, разработали механизмы оценки изменений и основу для политического диалога. Это привело к созданию Межправительственной группы экспертов по изменению климата и Рамочной конвенции ООН по изменению климата.

ВКК-3 будет основываться на достижениях Первой и Второй кон-

ференций. Основное внимание будет сосредоточено на том, как человечество сможет извлечь пользу из успехов в обслуживании климатическими прогнозами и информацией для управления связанными с климатом рисками и для обеспечения устойчивости через адаптацию. Это потребует объединения ресурсов и усилий всех стран мира.

Последние стихийные бедствия, вызвавшие гибель людей, потерю имущества и поставившие под угрозу продовольственную безопасность, показали необходимость совместной деятельности по смягчению рисков, связанных с климатом, на благо общества. Предполагается, что ВКК-3 предложит глобальные меры,

которые позволят расширить обслуживание климатическими прогнозами и информацией и использовать их в процессе принятия решений.

Таким образом, мир станет безопаснее, оптимизируется использование природных ресурсов, увеличится производство продуктов питания, и усилится поддержка деятельности по уменьшению опасности бедствий и адаптации к изменению климата.

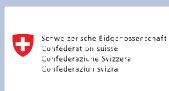
ВКК-3 продолжит диалог между странами на 15-й сессии Конференции Сторон РКИК ООН (30 ноября – 11 декабря 2009 г.) с целью согласования механизмов, ведущих к достижению глобальной цели устойчивого развития.



Люк Пьерради

Наряду с прогнозами климатическая информация помогает управлять рисками, связанными с изменчивостью климата, что повышает наши возможности адаптации к изменению климата.

Спонсоры:



Гидрология и водные ресурсы в рамках ВМО – становление Программы

Артур Аскью*

Предпосылки

Социологи подробно и долго обсуждают важность наследственных факторов и факторов, связанных с окружающей средой, в развитии человека. То же самое можно сказать и относительно важности для некоторой общественной организации тех факторов, которые она унаследует при создании, а также важности той научной и административной среды, в которой она развивается с течением времени.

Когда речь идет о программе ВМО по гидрологии, сначала следует взглянуть на состояние гидрологии как науки и ее практического применения во второй половине XIX века. В результате новаторской работы Пьера Перро и других исследователей в XVII и XVIII веках было сформировано общее представление об основных принципах, управляющих гидрологическим циклом, к которому стремились все те, кто был заинтересован в объяснении природных явлений. Когда вступила в свои права индустриальная революция, появилась необходимость в практическом применении имевшихся знаний. Инженеры тех дней сконцентрировали свои усилия на решении проблем на местах и, таким образом, в практической деятельности доминировали типовые правила и нормы, установленные национальными органами, которые применялись сугубо на местном уровне. Не было никакой необходимости в официальной координации работ в этой области на международном уровне.

То же желание понять суть природных явлений привело к развитию метеорологии как научной дисциплины, но в случае с метеорологией глобальный контекст был очевиден повсюду и с самого начала. Первый международный метеорологический конгресс состоялся в Вене в сентябре 1873 г., и именно этот конгресс учредил Международную метеорологическую организацию, которая явилась прямой предшественницей ВМО. За восемь лет до этого была подписана Международная телеграфная конвенция, и был создан Международный телеграфный союз, который явился предшественником сегодняшнего Международного союза электросвязи (МСЭ). В сентябре 1874 г. в Берне (Швейцария) к этим двум организациям добавился Всеобщий почтовый союз, который вскоре был переименован во Всемирный почтовый союз (ВПС).

Интересно отметить, что все три организации появились в течение 8-летнего периода с очень похожими целями: МСЭ – чтобы определить, что такое сообщение и как его следует передавать; ВМО – чтобы определить, что такое метеорологические данные и формат, в котором их следует передавать; ВПС – чтобы определить, что такое почтовое отправление и кто должен платить за его доставку. Эти организации были учреждены за 50 лет до появления Лиги Наций и за 75 лет до появления Организации Объединенных Наций. Позже они приобрели межправительственный статус и были включены в систему Организации Объединенных Наций, и можно с полным правом утверждать,

что в этой системе они являются самыми старыми членами.

Никто не может отрицать важности для всего мира работы Всемирной организации здравоохранения или Организации Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО), но врачи, учителя и ученые не зависят от этих организаций в той степени, в какой глобальная телесвязь, метеорология и почтовые услуги зависели и по-прежнему зависят от МСЭ, ММО/ВМО и ВПС.

Краткий экскурс в историю ВМО и рассмотрение ее роли в области метеорологии важны, так как подчеркивают, какое большое значение стала играть ВМО для метеорологии к началу XX века, оставаясь в то же время не известной для абсолютного большинства гидрологов, которые по-прежнему работали на национальном и провинциальном уровнях.

Гидрология: быть или не быть?

ММО не явилась результатом какого-либо решения, благонамеренно принятого должностными лицами на высоком уровне от имени метеорологического сообщества. ММО являлась, а ВМО по-прежнему является организацией, созданной по инициативе снизу странами-членами для служения целям, которые они определили. Однако с течением времени национальные метеорологические службы (НМС), учредившие ММО, увидели, что их Организация могла бы играть полезную роль в областях, весьма далеких от тех, для

* Президент Международной ассоциации гидрологических наук и бывший директор Департамента гидрологии и водных ресурсов в Секретариате ВМО

которых она первоначально создавалась, и пересмотрели программу ее работы, чтобы включить новые направления.

Приблизительно в одной трети стран за оперативные аспекты метеорологии и гидрологии отвечает одна организация, а именно Национальная гидрометеорологическая служба. С течением времени ММО неизбежно должна была осуществлять деятельность в области гидрологии, и поэтому, когда Организация учредила ряд технических комиссий, одной из них была Комиссия по гидрологии (КГи), созданная в 1946 г. Она провела одну сессию в 1947 г. в Торонто (Канада), при этом повестка дня охватывала такие темы, как сотрудничество между национальными гидрологическими службами (НГС) и НМС, региональное сотрудничество в области гидрологии и международный глоссарий терминов.

ООН, Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (ФАО) и ЮНЕСКО были созданы в 1945 г., а Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) была создана в 1948 г. В то время на ММО оказывалось давление, чтобы она присоединилась к этой системе организаций, но для этого она должна была стать правительственной, что вызывало много вопросов и озабоченность внутри Организации. В результате, только в 1950 г. было принято решение учредить ВМО в качестве полноценной межправительственной организации. К моменту проведения Первого конгресса ВМО (Париж, 1951 г.) у КГи едва ли было достаточно времени, чтобы набрать силу, и не было существенных результатов, о которых можно было докладывать. Президент Комиссии д-р Уруваев (СССР) был приглашен на Кг-I, но не участвовал в его работе, а вице-президенту г-ну Бернарду (США) такое приглашение не было направлено. Очень немногие постоянные представители, участвовавшие в работе Конгресса, обладали знаниями по гидрологии, полученными из первых рук. Поэтому не удивительно, что когда прозвучал призыв сократить количество технических комиссий, интересы КГи некому было защитить, и она была удалена из списка.

Кг-I – Кг-III: первые импульсы

В первые годы существования ВМО региональные ассоциации (РА) и Комиссия по гидрологии обсуждали гидрологические проблемы на своих сессиях, но никаких реальных движений к тому, чтобы вновь внести на рассмотрение вопрос о гидрологии, не было до 1954 г., когда Экономический и социальный совет Организации Объединенных Наций (ЭКОСОС) рекомендовал, чтобы специализированные организации ООН уделяли больше внимания проблемам управления водными ресурсами, включая сбор гидрологических данных, и недвусмысленно предложил, чтобы ВМО выполняла эту роль в сотрудничестве с НГС и Международной ассоциацией по научной гидрологии, которая позднее была переименована в Международную ассоциацию гидрологических наук (МАГН). В результате, Генеральный секретарь предложил на Кг-II (1955 г.), чтобы ВМО взяла на себя эту ответственность.

В то время Конвенцию ВМО легко можно было изменить, чтобы сделать Организацию ответственной за все метеорологические и связанные с водными ресурсами вопросы. Никакая другая организация не имела столько возможностей, сколько ВМО, чтобы взять на себя эту роль. Никто бы и не оспаривал такое решение, но вместо этого Конгресс принял только то, что ВМО будет отвечать за аспекты, «которые являются общими для метеорологии и гидрологии». Заседание Исполнительного Совета (ИС), состоявшееся сразу после Кг-II, имело более широкое суждение по этому вопросу и учредило Группу экспертов по развитию водных ресурсов для разработки предложений по будущим направлениям деятельности Организации в области водных проблем. Все шесть членов группы экспертов являлись признанными лидерами в своих областях. Среди них были Макс Колер (США), Жильбер Уайт, назначенный ККл, и Леон Тисон, Генеральный секретарь МАГН. Интересно отметить, что Группу экспертов возглавил Оливер Эшфорд, сотрудник Секретариата ВМО.

Итак, развитие Программы ВМО по гидрологии и водным ресурсам проходило следующим образом:

хорошее раннее начало, за которым последовала неожиданная остановка, а затем медленное и нерешительное возобновление в непростой, как увидим позже, обстановке.

Группа экспертов рекомендовала «...ВМО принять на себя обязанности в области гидрологии, аналогичные своим нынешним обязанностям в области метеорологии», и изменить Конвенцию так, чтобы у НГС было такое же положение, как и у НМС. На своем совещании в 1957 г. ИС решил узнать мнение стран-членов по этому вопросу. Мнения разделились, и годом позже ИС выбрал такой вариант, при котором ВМО принимала на себя обязанности по всем аспектам гидрологии, «которые предполагают связь с метеорологическими аспектами», и рекомендовал Конгрессу учредить Комиссию по гидрологии, но об изменении Конвенции не говорилось ни слова. В этом же году совещания высокого уровня в рамках ООН недвусмысленно попросили ВМО принять на себя обязанности по широкому кругу вопросов, касающихся поверхностных вод, а МАГН и Международный совет геодезии и геофизики сделали это предложение еще весомее.

Кг-III – Кг-IV: комиссия по каким вопросам?

Учитывая всю внутреннюю подготовительную работу и внешнюю поддержку, можно было ожидать, что Кг-III (1959 г.) примет решение о возобновлении деятельности ВМО в качестве организации, которая занимается как метеорологическими, так и гидрологическими вопросами, но этого не случилось. Конгресс только разрешил ВМО координировать деятельность в области «гидрологической метеорологии». Таким образом, в то время как гидрологическое сообщество приветствовало воссоздание комиссии, название у этой комиссии было «Комиссия по гидрологической метеорологии», а так как Конгресс не смог дать определение этому термину, появились проблемы, которые оставались неразрешимыми в течение ряда лет.

Снова ВМО упустила блестящую возможность учредить себя в качестве ведущей организации ООН в области

ДОЛЖНОСТНЫЕ ЛИЦА	ГОД											
	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
МЕЖСЕССИОННЫЕ ПЕРИОДЫ КГИ												
ПРЕЗИДЕНТ ВМО	ВМО		НИБЕРГ		ТАХА		КИНТАНАР		ЦЗОУ ЦЗИНМЕН		ЗИЛЛМАН	
ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СЕКРЕТАРЬ ВМО	ДЭВИС						ВИН НИЛСЕН		ОБАСИ			
ПРЕЗИДЕНТ КГИ	КОЛЕР		ПОПОВ		КЛАРК		СТАРСОЛЬЗСКИЙ		ХОФИУС		РУТАШОВИЯ	СТЮАРТ
ВИЦЕ-ПРЕЗИДЕНТ КГИ		ТИСОН	КАЧМАРЕК	РОДИЕР	КЛАРК	ПОПУЛА	СТАРСОЛЬЗСКИЙ	ХОЛЛ		АРДУНО	РУТАШОВИЯ	СТЮАРТ
РУКОВОДИТЕЛЬ СООТВЕТСТВУЮЩЕГО ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ В СЕКРЕТАРИАТЕ		МИЛЮКОВ	ФОРСМАН	НЕМЕЦ				РОДДА		КРАМЕР	АСКЬЮ	ТАЙДЖИ
ВРЕМЯ И МЕСТО СЕССИИ КГИ	Учреждение	ВАШИНГТОН	ВАРШАВА	ЖЕНЕВА	БУЭНОС-АЙРЕС	ОТТАВА	МАДРИД	ЖЕНЕВА	ЖЕНЕВА	ЖЕНЕВА	КОБЛЕНЦ	АБУДЖА

ВРЕМЕННОЙ РЯД, КАСАЮЩИЙСЯ ИСТОРИИ КГИ

геофизики и природных ресурсов к большому разочарованию тех, кто так усердно работал над подготовкой предложений. Очень легко критиковать эти решения Конгресса, но следует помнить, как Организация создавалась, и учитывать обстановку, в которой разрабатывались ее программы.

Если бы ВМО взяла на себя более широкие обязанности, касающиеся пресной воды, то сообщество, занимающееся водными проблемами, вполне справедливо должно было желать иметь представительство в руководящих органах Организации. Постоянные представители ведут дискуссии на заседаниях Конгресса и Исполнительного Совета с целью достижения наилучшего результата для Организации в целом, но в то же время они ведут эти дискуссии и как представители своих стран. В этих дискуссиях они используют свой опыт, накопленный на национальном уровне. Однако ни в одной стране нет такого положения дел, при котором за все вопросы, касающиеся пресной воды, отвечает одна организация, и поэтому, даже если бы постоянные представители желали поделить свои полномочиями в рамках ВМО с гидрологами, было бы совсем не ясно, кто конкретно является их партнерами. Ясно было одно: какой бы из государственных департаментов ни занимался водными проблемами, скорее всего, он обладал более широкими возможностями, чем НМС как в политическом, так и в финансовом плане. В этой связи в глазах многих постоянных пред-

ставителей разделение полномочий с гидрологами означало не только размывание целей и отличительных черт Организации, но и повышение угрозы для ее существования в том виде, в каком она существовала, в связи с предполагаемым доминированием политических интересов высокого уровня, т.е. имели место те же самые опасения, которые задержали согласие ММО получить правительственный статус в далеком 1945 году.

Таким образом, несмотря на то, что многие аргументы против того, чтобы более активно заниматься гидрологией, можно легко отклонить, результат не должен был быть неожиданным, принимая во внимание связанный с таким шагом риск, с которым, по мнению делегатов, имевших право голоса, пришлось бы столкнуться. Эти аргументы рассмотрены в настоящей статье довольно подробно, потому что они оставались уместными на протяжении следующих 50 лет и привели к тому, что ИС и Конгресс отвергли несколько предложений похожего характера в ряде последующих случаев.

К сентябрю 1959 г. 30 стран-членов назначили экспертов для работы в Комиссии, и она была официально учреждена. Первым президентом Комиссии был выбран Макс Колер, вице-президентом – Леон Тисон (Бельгия), который по-прежнему остается Генеральным секретарем МАГН. Первая сессия Комиссии состоялась в Вашингтоне в 1961 г. Она учредила семь рабочих групп и приняла ряд

рекомендаций. Однако компромиссное решение Кг-III не способствовало эффективной работе сессии в том плане, что большая часть драгоценного времени была отдана обсуждению значения термина «гидрологическая метеорология». В конце концов, сессия приняла решение сконцентрировать свою деятельность на проблемах метеорологического характера и связанных с ними проблемах поверхностных вод и водного баланса, исключая такие темы, как наносы, грунтовые воды и качество воды.

Если не обращать внимания на решения ВМО, касающиеся Комиссии, то интересно отметить, что в течение 1950-х и 1960-х годов ВМО успешно реагировала как на ранее прозвучавший призыв ЭКОСОС по линии технического сотрудничества, так и на отдельные просьбы стран-членов о предоставлении консультаций по широкому кругу вопросов, связанных с пресной водой.

В начале 1960 г. ведущие члены МАГН, отмечая значительный успех Международного геофизического года (1957/58) и то, что его программа не включает гидрологию, поддержали идею о проведении Международного гидрологического десятилетия (МГД). Тесные связи между МАГН и гидрологической программой ВМО естественным образом привели к появлению предложения о том, что ВМО следует взять на себя руководство МГД, и это предложение обсуждалось в коридорах ВМО во время проведения ИС. Однако несмотря на то, что об этом

предложении говорилось во время дискуссий, в отчетах сессий ИС в период до 1962 г. оно не упоминается.

Неофициальное мнение сводилось к тому, что ВМО не готова принять на себя обязанности по руководству такой крупной международной инициативой, и это не удивительно, учитывая тот факт, что ей все еще нужно было определиться с собственной деятельностью в этой области.

ЮНЕСКО пересматривала свою давно учрежденную программу по проблемам засушливых земель и предложение, касающееся МГД, нашло в Париже более теплый отклик. Соответственно, Секретариат МГД расположился в ЮНЕСКО. МГД было четко определено как межправительственная и межучрежденческая программа, в рамках которой каждая организация ООН или НПО будет осуществлять те виды деятельности, которые больше всего соответствуют ее компетентности. В отчете ИС-XIV (1962 г.) было упомянуто, что ЮНЕСКО курировала развертывание МГД. На следующий год Кг-IV был информирован о МГД, и многие постоянные представители не без удивления обнаружили, что ряд тем, которые, по их мнению, касались метеорологии, рассматривались в рамках Десятилетия.

Такое развитие событий убедило Конгресс в важности более широкого подхода к гидрологии, и в этом контексте был пересмотрен круг обязанностей Комиссии, она стала называться Комиссией по гидрометеорологии, а Конгресс осуществил организационные мероприятия для

более активного участия ВМО в МГД. Исходя из этого ИС учредил Группу экспертов ВМО по вопросам МГД, которая проводила ежегодные совещания в течение последующих 10 лет. Она курировала существенный объем работы, которую ВМО выполняла самостоятельно или в сотрудничестве с другими организациями ООН и некоторыми НПО в качестве своего вклада в МГД.

Кг-IV – Кг-VI: задачи, связанные с МГД

Вторая сессия КГи состоялась в Варшаве в 1964 г. и опять столкнулась с проблемами. Первая проблема касалась состава и объема ее работы, потому что в зависимости от языка и национальных практик термин «гидрометеорология» мог означать гидрология плюс метеорология или ограниченный круг тем, которые попадают в сферу как гидрологии, так и метеорологии. Кроме того, МГД вот-вот должно было начаться, и необходимо было определить связь между работой ВМО в интересах МГД и собственной программной деятельностью КГи. Это обязывало Комиссию определить конкретные области гидрологии, которые представляли особый интерес для ВМО в соответствии с решениями Конгресса, что было совсем не простой задачей. В конце концов, КГи решила, какой будет программа ее работы, учредила 10 рабочих групп и переизбрала Макса Колера президентом.

МГД началось в 1965 г., и Кг-V, состоявшийся в 1967 г., одобрил ту роль,

которую ВМО играла в программе работы МГД, и предложил поддержку для расширения этой роли.

Третья сессия КГи прошла в Женеве в 1968 г. В то время как МГД открыло для ЮНЕСКО вход в сферу международной гидрологии, оно также поставило перед ВМО задачу более четко определить свою область ответственности, что было затруднено в связи с продолжавшейся неразберихой в интерпретации термина «гидрометеорология». В этой связи КГи-III предложила, чтобы Комиссия еще раз изменила свое название и стала на этот раз Комиссией по гидрологии, а ВМО взяла на себя ответственность за оперативные аспекты наземной фазы гидрологического цикла, включая сбор, хранение и публикацию гидрологических данных. КГи также одобрила ряд видов деятельности, на которых должно быть сосредоточено ее основное внимание в последующие 30 с лишним лет, а именно:

- Проектирование гидрологических сетей и сбор данных;
- Хранение и анализ данных;
- Применение гидрологических данных в управлении водными ресурсами;
- Прогнозирование наводнений;
- Терминология и стандарты.

КГи-III положила конец периоду длиной в 10 лет, в течение которого Макс Колер искусно управлял гидрологической программой ВМО, которая существовала на правах сироты в ВМО и превратилась в полноценную программу в ВМО. Сначала

На протяжении 50 лет со времени создания КГи было избрано 7 президентов Комиссии, 11 вице-президентов, а Департамент по ГВР возглавляли 7 директоров. Все эти 25 гидрологов по своему способствовали развитию гидрологии в рамках ВМО и возглавляли Комиссию и небольшую, но целенаправленную группу в Секретариате, работавшую для поддержки многих национальных экспертов, от которых зависела деятельность Организации в этой области. В диаграмме на странице 142 в обобщенном виде показаны посты, которые занимали в истории КГи известные личности.

Потребовалась бы целая книга, чтобы воздать должное достижениям каждого из них и их уникальным вкладам в развитие КГи в целом. В рамках одной короткой статьи названы только имена Макса Колера и Джерри Немеца.

Без дипломатичной настойчивости и дара предвидения Макса второе рождение Комиссии ВМО по гидрологии задержалось бы на длительное время с серьезными последствиями для будущей Программы по ГВР. Особый «колорит» методов работы Джерри Немеца, стал отличительной чертой Программы ВМО по гидрологии и водным ресурсам на последующие 20 лет. Без него Департамент по ГВР не стал бы такой активной и эффективной силой, какой он стал.

Принципы и правила работы, установленные в конце 1960-х и начале 1970-х годов, принесли пользу всем последующим президентам и директорам, и все бы они с готовностью выразили признательность двум своим предшественникам.

поддержка со стороны Секретариата обеспечивалась двумя или тремя сотрудниками, которые работали в подразделении по применениям метеорологии. К концу этого периода в Секретариате ВМО было создано самостоятельное подразделение, отвечающее за вопросы гидрологии и водных ресурсов. Возглавлял это подразделение Яромир (Джерри) Немец (Чешская Республика).

В 1968 г. КГи-III обсудила планы проведения Конференции в середине МГД, на которой предполагалось не только рассмотреть успехи, достигнутые в первые пять лет Десятилетия, и разработать план на вторые пять лет, но и обсудить долгосрочный план международных действий в области гидрологии. ВМО играла определенную роль в международной гидрологии с 1947 г., в то время как в ЮНЕСКО до МГД самой близкой программой к проблемам пресной воды была программа по проблемам засушливых земель. Таким образом, один из главных вопросов для взаимоотношений ВМО и ЮНЕСКО заключался в следующем: будет ли ЮНЕСКО играть активную роль в гидрологии после завершения МГД? Если да, то какую роль отведет себе эта организация?

Конференция в середине МГД должным образом была проведена в 1969 г. в Париже. Она дала возможность ВМО рассказать о своих многочисленных проектах, которые выполнялись в качестве вклада в МГД, а также позволила всплыть на поверхность ряду проблем, обусловленных потенциальным дублированием ВМО и ЮНЕСКО деятельности друг друга и отношениями между двумя Секретариатами, которые стали весьма напряженными. Никто не отрицает, что личности ключевых фигур сыграли в этом определенную роль, однако сказался также недостаток координации на национальном уровне действий людей, которые представляли страны в руководящих органах двух организаций.

Ситуация только усугубилась в связи с речью, которую произнес на открытии конференции Генеральный директор ЮНЕСКО, заявивший без предварительных межучрежденческих консультаций следующее: «Я готов приветствовать любое предложение по созданию некоторой постоянной системы международ-

ного сотрудничества в интересах научной гидрологии в целом, которая, несмотря на включение в правовую структуру ЮНЕСКО, была бы достаточно открытой и гибкой, чтобы допустить как можно более широкое в ней участие». Сэр Артур Дэвис, Генеральный секретарь ВМО с 1955 по 1979 г., также выступил на открытии конференции и в ответ на слова Генерального директора ЮНЕСКО заметил, что, «кажется, дело пошло не туда, куда предполагалось первоначально».

В 1968 г. КГи-III предложила провести межправительственную Техническую конференцию гидрологических и метеорологических служб, чтобы найти пути укрепления роли НГС в ВМО. Конференция была проведена в 1970 г. в Женеве. Помимо ряда важных технических рекомендаций, касающихся взаимодействия между гидрологическими и метеорологическими службами, Конференция рекомендовала создать Консультативный комитет по оперативной гидрологии. Это предложение было принято Кг-VI в 1971 г. с целью обеспечения консультаций для ИС и Конгресса по вопросам, касающимся принципов сотрудничества между НГС на региональном и международном уровнях и планирования программы ВМО по гидрологии и водным ресурсам.

Шестой Конгресс еще раз определил область ответственности ВМО по проблемам пресной воды как «оперативную гидрологию», включая вопросы, касающиеся грунтовых вод, влажности почвы, переноса наносов и качества воды. Кроме того, по просьбе КГи-III он, наконец, дал Комиссии ее нынешнее название, исключив термин «гидрометеорология» как имеющий слишком ограничительное значение и вносящий путаницу. Также в 1971 г. ВМО провела у себя в штаб-квартире в Женеве ежегодную сессию Координационного совета по МГД, и к этому времени отношения между ВМО и ЮНЕСКО стали медленно улучшаться.

Кг-VI – Кг-VII: достижение совершеннолетия

КГи-IV состоялась в апреле 1972 г. в Буэнос-Айресе. Она реорганизовала работу Комиссии и ее вклад в МГД так, чтобы это соответствовало составу и объему работ, согласован-

ных Конгрессом, назначила рабочие группы и докладчиков и развернула ряд соответствующих проектов.

Следует отметить, что ВМО и ЮНЕСКО были не единственными организациями, которые разрабатывали программы по проблемам пресной воды в период 1950-х и 1960-х годов. Большинство других организаций интересовали вопросы использования воды для различных целей: ФАО – для сельского хозяйства; ВОЗ – для питья и санитарии; региональные экономические комиссии ООН естественным образом рассматривали воду как экономический ресурс; для Международного агентства по атомной энергии вода являлась охлаждающим средством для ядерных электростанций или жидкостью, которую можно контролировать, используя радиоизотопы. Также интерес к воде проявляли многие НПО. ВМО по мере необходимости сотрудничала со всеми этими организациями, но с самого начала ее самыми тесными партнерами всегда были ЮНЕСКО и МАГН по причинам, которые должны быть ясны из предыдущих разделов этой статьи.

Говорят, что сэр Артур Дэвис видел ВМО в качестве Всемирной геофизической организации, но не смог убедить членов ИС поддержать его мнение и был разочарован, когда ЮНЕСКО взяла на себя ответственность за океанографию, а затем, во время и после МГД – также и за научную гидрологию. Кое-кто надеялся и даже ожидал, что ВМО возьмет на себя главную роль в области пресной воды после МГД, но так как ЮНЕСКО курировала создание Координационного комитета по МГД и обширной сети национальных комитетов по МГД, то следовало ожидать, что те, кто занят в этой крупной межправительственной структуре, захотят, чтобы она продолжала действовать в том же духе.

В связи с этим во время второй половины МГД стало ясно, что ЮНЕСКО сохранит главную роль по вопросам пресной воды в рамках системы ООН. С учетом улучшившихся как никогда отношений между ВМО и ЮНЕСКО как на официальном, так и на личном уровне, было разработано дружественное соглашение, в соответствии с которым ВМО сохраняет и даже укрепляет свою роль в том, что Конгресс определил как оперативная гидрология, а ЮНЕСКО



Серебряный юбилей Комиссии по гидрологии (Будапешт, Венгрия, июль 1986 г.) – (слева направо): Я. Немец (директор Департамента по гидрологии и водным ресурсам Секретариата ВМО, 1968–1987 гг.); М.А. Колер (президент КГи, 1960–1968 гг.); Г.О.П. Обаси (Генеральный секретарь ВМО, 1984–2003 гг.); Е.Г. Попов (президент КГи, 1968–1976 гг.); Р.Г. Кларк (президент КГи, 1976–1984 гг.); О. Старосольский (президент КГи, 1984–1993 гг.)

сконцентрирует свое внимание на научной гидрологии.

Тот факт, что ЮНЕСКО предпочла использовать правительственный механизм, созданный для МГД, в качестве основы для курирования последующей собственной Международной гидрологической программы (МГП) привел к некоторому непониманию в конце 1970-х и даже в 1980-х годах. Довольно часто национальные делегаты спрашивали, почему ВМО не вносит такого вклада в МГП, который она вносила в МГД. Они не могли понять, что МГП – это не межучрежденческая, а в полной мере внутренняя программа ЮНЕСКО и что с 1975 г. организации, которые вносили вклад в МГД, осуществляют собственные независимые программы.

Защита от частичного совпадения или конфликта интересов между программами ВМО и ЮНЕСКО была обеспечена в форме межучрежденческого соглашения, одобренного исполнительными органами обеих организаций. Соглашение предусматривало, что обе организации могут посылать своих представителей на совещания конституционных органов друг друга, каждые пять или шесть лет они проводят совместные межправительственные конференции для выработки рекомендаций по программам, председатели соответствующих комиссий (в случае ВМО – КГи) ежегодно встречаются с представителями секретариатов для разработки более детальных планов

совместных действий. Последние 30 лет этот механизм работал довольно успешно, помогая преодолевать трудности, с которыми приходилось сталкиваться в прошлом. Однако необходимо сказать, что никакой координационный механизм не сможет гарантировать хорошие отношения между организациями. Это может быть обеспечено только посредством взаимного уважения и хороших личных отношений между заинтересованными лицами с обеих сторон, и долгосрочные тесные взаимоотношения между ВМО и ЮНЕСКО в области пресных вод являются в этом плане хорошим примером.

Международная конференция по результатам МГД была совместно проведена ЮНЕСКО и ВМО в 1974 г. ВМО доложила о 60 проектах по линии МГД, которые она осуществила в качестве вклада в Десятилетие. По результатам многих проектов были выпущены технические публикации, представляющие большую ценность для НГС. МГД привело к долгожданной активизации международного сотрудничества по проблемам пресных вод, и когда оно завершилось, ВМО приступила к переработке своей гидрологической программы с тем, чтобы она соответствовала новым условиям.

Несмотря на то, что МГД придало работе ВМО в области пресных вод новые силы и повысило ее престиж, основная деятельность Организации была по-прежнему сконцентрирована на подготовке международных ру-

ководящих документов по оперативной гидрологии, в частности серии изданий Руководства по гидрологической практике и наставлений по различным техническим аспектам, публикации технических записок по более конкретным темам, проведении технических конференций (часто в сотрудничестве с МАГН или другими организациями) и осуществлении ряда проектов по сравнению гидрологических моделей, а также гидрологических приборов, таких как дождемеры, измерители скорости потока, атмометры. Несмотря на то, что технология и оперативная практика с течением времени существенно изменились, особенно в результате как никогда широкого использования компьютеров, модель работы КГи и Секретариата ВМО в основном оставалось неизменной до конца XX века.

В отличие от НМС у НГС нет необходимости в стандартизации методов измерений или обработки данных, кроме измерений, проводимых на совместно используемых речных бассейнах или водоносных горизонтах. В результате были развиты национальные традиции и стандарты, которые часто сильно отличались от страны к стране, при этом развитые страны имели все необходимое, а развивающиеся страны независимо от финансовых проблем страдали от реального недостатка методических документов и опыта. Однако, принимая в гидрологии модель работы, аналогичную модели, использовавшейся в метеорологии, ВМО способствовала обмену информацией и технологией. Это не только позволило ввести развивающиеся страны в сферу гидрологии XX века, но также дало возможность представителям НГС развитых стран сравнивать свои наблюдения с наблюдениями своих коллег из других развитых стран и, таким образом, совершенствовать свою практику.

В 1950-, 1960- и 1970-х годах никто не говорил о глобализации, только несколько мечтателей видели, что оперативная гидрология будет иметь глобальный характер, но, благодаря работе ВМО, те люди, которые занимались оперативной гидрологией, сумели превратиться в глобальное сообщество, аналогичное международным сообществам, сконцентрированным на гидрологических науках под эгидой МАГН и ЮНЕСКО.

Весь ход событий в конечном итоге нашел отражение в работе Кг-VII, который одобрил изменение Конвенции ВМО – редкое и значимое событие –, чтобы внести положение об «ответственности ВМО за содействие развитию деятельности в области оперативной гидрологии». Были также внесены изменения в Общий регламент, чтобы отразить концепцию, предполагающую наличие у постоянных представителей советников по гидрологии и выборы в региональных ассоциациях региональных советников по гидрологии. Кроме того, Программа по ГВР (ПГВР) была определена в качестве самостоятельной основной программы Организации. Таким образом гидрология, наконец, перестала быть просто одной из областей применения метеорологии, но была признана в качестве самостоятельной равноправной дисциплины.

Период после Кг-VII: прочная база в метрополии

Следующие сессии КГи были проведены в 1976 (Оттава, Канада), 1980 (Мадрид, Испания), 1984 (Женева), 1988 (Женева), 1993 (Женева), 1996 (Кобленц, Германия), 2000 (Абуджа, Нигерия) и 2004 гг. (Женева), но структура и характер ПГВР остаются прежними в течение уже более 30 лет. Кто-то может спросить, хорошо ли это? В ответ в этом случае должно прозвучать громкое «да», потому что, в то время как политическая и техническая среда, в которой существует Организация, существенно изменилась, основные потребности НГС остались прежними: им по-прежнему необходимо собирать, хранить и анализировать гидрологические данные, оценивать количество и качество ресурсов пресной воды в регионе и прогнозировать будущие уровни воды в реках и водоносных слоях, а также масштаб наводнений и засух.

О деятельности КГи и ВМО в целом рассказывалось в течение многих лет в бесчисленном количестве статей в Бюллетене ВМО. Если мы заново просмотрим эти статьи, то поймем, что Организация может гордиться тем, что она достигла, поддерживая работу в области оперативной гидрологии на национальном и региональном уровнях в течение почти 50 лет. На начальной

стадии перед ней стояла задача определить, какую роль она должна играть в области международной гидрологии и водных ресурсов, и в результате она определила эту роль достаточно точно. Для сравнения можно отметить, что в основных документах других организаций ООН можно найти лишь очень общие заявления, касающиеся областей их ответственности. Несмотря на то, что многие желали бы, чтобы сфера деятельности ВМО была значительно шире, у нее были причины – и это были веские причины – ограничить свою область ответственности. В результате ВМО является уникальной организацией в системе ООН не только с точки зрения своей технической направленности, но и с точки зрения ясной формулировки направлений своей деятельности. Еще большей отличительной чертой является ясное понимание того факта, что Организация состоит из НМС и НГС и что именно они осуществляют работу ВМО при поддержке со стороны Секретариата в установленном порядке.

Решения Кг-VII вовсе не сделали ВМО Всемирной метеорологической и гидрологической организацией и даже не приблизили мечту о том, чтобы она стала Всемирной геофизической организацией, они ясно показали сообществу, занятому оперативной гидрологией, что оно может рассчитывать на ВМО как на настоящего партнера в сложной и часто противоречивой ситуации, связанной с пресной водой. Именно такой статус и структура Организации остаются до сегодняшнего дня, по прошествии уже около 33 лет.

Снова будет оказываться и уже оказывается давление в отношении реорганизации организаций в рамках системы ООН. Приведет это или нет к тому, что ВМО примет на себя более широкие обязанности, решать странам-членам, но несомненно одно: факторы, оказавшие влияние на появление Программы по гидрологии и водным ресурсам, и среда, в которой она развивалась, сослужили ей хорошую службу и привели к появлению сконцентрированной, но все же гибкой международной среды, в которой НГС могут чувствовать себя как дома и максимизировать свои усилия, чтобы вместе работать для поддержки как национального, так и международного развития.

Примечание автора

Информация для этой статьи была почерпнута из многочисленных разговоров с теми, кто играл определенную роль в создании ПГВР, в частности из двух источников, которые приведены ниже, а также из моего личного опыта почти 30-летней работы в интересах Секретариата ВМО. Моя самая большая задача заключалась в том, чтобы решить, что включать, а что опустить. Я благодарен всем моим коллегам, национальным экспертам и сотрудникам Секретариата за то удовольствие, которое я получил, работая вместе с ними, и за их дружбу. Если они не согласны с чем-либо из того, что я написал, или считают, что я не отразил что-то, что, по их мнению, важно, я приношу им мои самые искренние извинения.

Литература

WMO, 1986: Silver Jubilee of the WMO Commission for Hydrology, Proceedings of the Celebrations held in Budapest on 11 and 12 July 1986, Technical Reports to the Commission for Hydrology No 22, WMO/TD-No. 84, Geneva.

BATISSE, Michel, 2005: The UNESCO Water Adventure, from Desert to Water ... 1948–1974 (Du desert jusqu'à l'eau ... 1948–1974. La question de l'eau et Unesco: de la "zone aride" a la "Decennie hydrologique"), IHP Essays on Water History No. 1, AFUS History Papers 4, UNESCO, Paris.

Эволюционирующая роль ВМО в области гидрологии и управления водными ресурсами

Карл Хофиус*

Ситуация 50 лет назад

В конце 1950-х гг., когда на свет появилась Комиссия по гидрологии, наш мир был совсем другим. Население планеты было на несколько тысяч миллионов жителей меньше, и природа была более естественной, чем сегодня. Обширные территории были еще покрыты девственными тропическими джунглями и бореальными хвойными лесами. Сельское хозяйство, особенно орошаемое земледелие, было значительно менее интенсивным, чем сегодня. В последующий период концентрация населения в городах резко увеличилась. Конкуренция между потребностями промышленности, сельского хозяйства и населенных пунктов в низко лежащих прибрежных районах стала все более очевидной. Промышленное производство, а также объем транспортных перевозок по земле и по воздуху выросли в разы. Все эти события и изменения тесно связаны с гидрологией, водохозяйственным балансом и управлением этим балансом как с количественной, так и с качественной точки зрения.

Метеорология и гидрология претерпели глубокие изменения с точки зрения как научных, так и практических применений: понимание глобальных процессов метеорологической и климатологической циркуляции в атмосфере, на поверхности земли и над океанами, включая процессы переноса и обмена энергии, стало значительно

более четким, подчеркивая, насколько метеорология и гидрология переплетены между собой. При испарении каждого литра воды в атмосферу переносится около 2500 кДж скрытого тепла, – обычно в направлении от низких широт к полюсам, – которое высвобождается с осадками как ощутимое тепло. Локальные потери и увеличения в уравнении энергетического баланса появляются в уравнении водного баланса в форме испарения и осадков.

Используя свои растущие знания о процессах глобальной циркуляции в атмосфере, гидрологи стали расширять концепции моделирования водного баланса в пространственном измерении. Для этого им все больше и больше требовалось результатов метеорологических исследований. В свою очередь, метеорологи получили пользу от использования результатов гидрологических исследований. В частности, определить суммарное испарение часто лучше можно с помощью уравнения водного баланса, чем с помощью уравнения энергетического баланса.

В обобщенном виде исходная ситуация в 1950-х гг. выглядит следующим образом: резкий рост населения, быстрое развитие сельского хозяйства и промышленности, а также новые знания об атмосферной циркуляции и гидрологическом цикле сделали глобальное, трансграничное сотрудничество совершенно необходимым. Еще одна сторона проблемы заключалась в недостатке знаний об объемах запасов воды в грунтовых водах и крупных реках

и их сезонной изменчивости. До начала 1950-х гг. гидрология, как и другие естественные науки, в глобальном масштабе была представлена почти исключительно в неправительственных международных организациях. Затем призыв к вовлечению правительственных организаций и осуществлению долгосрочных программ в поддержку гидрологии стал звучать громче.

В 1952 г. Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО) учредила комиссию по засушливым регионам. В дальнейшем эти усилия были приумножены в рамках Международного геофизического года (1956/57). В конце 1950-х и начале 1960-х гг. было организовано несколько конференций с целью подготовки долгосрочной программы по гидрологии, что привело в 1965 г. к учреждению Международного гидрологического десятилетия (МГД). В начале МГД было программой, в рамках которой рассматривались сугубо количественные аспекты. Качественные и социальные аспекты гидрологического цикла постепенно стали рассматриваться только в ходе последующей Международной гидрологической программы (МПГ), а после публикации доклада «комиссии Брундтланд» появилась концепция устойчивого развития водных ресурсов. Несмотря на то, что формально ведущей организацией в МГД и МПГ была ЮНЕСКО, программы, на самом деле, осуществлялись посредством широких скоординированных усилий многих правительственных и неправитель-

* Бывший президент Комиссии ВМО по гидрологии (1992–2000 гг.)

ственных организаций, отражая разнообразие аспектов и интересов, присущих водным проблемам.

Интеграция гидрологии в рамках ВМО

Первые шаги

ВМО также столкнулась с необходимостью отвести гидрологии более заметное положение в своей официальной научной структуре. С одной стороны, это было сделано посредством включения в 1971 г. на Шестом Всемирном метеорологическом конгрессе оперативной гидрологии в Конвенцию ВМО. После обсуждений, во время которых высказывались противоположные мнения, задача, касающаяся гидрологии, была определена в статье 2 (е) следующим образом: «содействовать деятельности в области оперативной гидрологии и дальнейшему тесному сотрудничеству между метеорологическими и гидрологическими службами». С другой стороны, включение гидрологии в деятельность ВМО уже имело место в 1958 г., когда была создана Комиссия по гидрометеорологии. Когда, наконец, на третьей сессии этой Комиссии в 1968 г. было принято название «Комиссия по гидрологии (КГи)», это также означало, что ВМО придется столкнуться с продолжительными и многократными трудностями: это название претендовало на наличие научно-технической компетенции по такому кругу вопросов, который ВМО едва ли могла охватить. Гидрология, кроме всего прочего, представляет собой комплексный наземный элемент водного цикла, включающий сток, просачивание в землю и подпитку грунтовых вод, а также антропогенное управление водными ресурсами и сброс сточных вод.

На третьей сессии КГи и на технической конференции, которую метеорологические и гидрологические службы провели в 1970 г., в общих чертах было очерчено широкое поле для работы КГи, чтобы охватить всю сферу деятельности оперативной гидрологии, которая включала следующее:

- Измерение гидрологических элементов с помощью сетей метеорологических и гидрологических

станций; сбор, передача, хранение, восстановление и публикация основных гидрологических данных;

- Гидрологические прогнозы;
- Разработка и совершенствование практик, процедур и методик, касающихся планирования кампаний по измерению технических характеристик приборов, стандартизации приборов и методов наблюдений, передачи и обработки данных, предоставления метеорологических и гидрологических данных для целей планирования и составления гидрологических прогнозов.

Разработка Программы ВМО по оперативной гидрологии

Теперь площадка для постепенной разработки в рамках ВМО самостоятельной программы по оперативной гидрологии была расчищена. В этой связи три аспекта заслуживали особого внимания: программа должна была быть скоординирована с полями деятельности других специализированных комиссий ВМО, а также с МГД. В дискуссиях было отмечено, что часто ВМО не имеет компетентных партнеров на национальном и региональном уровнях для контактов по гидрологическим вопросам, в то время как для вопросов по метеорологии все страны члены ВМО имеют метеорологические службы. Вопросы гидрологии и управления водными ресурсами в большинстве стран входили в компетенцию нескольких учреждений с очень разной административной принадлежностью.

Случай для рассмотрения этой проблемы представился в 1972 г. на четвертой сессии КГи в Буэнос-Айресе (Аргентина), когда осуществлялось планирование самостоятельной Программы по оперативной гидрологии (ПОГ). Более того, было сделано предложение о назначении советников по гидрологии для помощи постоянным представителям стран-членов ВМО, если потребуется. Позже советники по гидрологии также появились у президентов шести региональных

ассоциаций ВМО. Официальное учреждение ПОГ и назначение советников по гидрологии произошло на Седьмом Конгрессе в 1975 г. Посредством этих решений КГи и Конгресс дали старт быстрому развитию оперативной гидрологии в рамках ВМО, которое в настоящее время продолжается по линии Программы по гидрологии и водным ресурсам (ПГВР). ПГВР включала три взаимосвязанных компонента – ПОГ Основные системы, ПОГ Применения и окружающая среда и Программа по водным проблемам. И только в середине 1990-х гг. КГи добавила компоненты программы, касающиеся устойчивого развития водных ресурсов.

Как в деталях продвигалась эта разработка?

Разработка программы ВМО по оперативной гидрологии привела, с одной стороны, к появлению специальных публикаций по оперативной гидрологии, а с другой стороны, к созданию Гидрологической оперативной многоцелевой системы (ГОМС), Всемирной системы наблюдений за гидрологическим циклом (ВСНГЦ), Глобального центра данных по стоку (ГЦДС) и к установлению связей с глобальными научно-исследовательскими программами.

Еще в 1958 г. ВМО выпустила публикации по планированию сетей гидрологических наблюдений и методам оценки существующих водных ресурсов. Но только в 1973 г. была организована отдельная серия для публикаций по оперативной гидрологии: Отчеты по оперативной гидрологии. Таким образом, появилась возможность для распространения результатов эффективной деятельности рабочих групп и осуществления амбициозных проектов. Упоминавшаяся выше тенденция концентрировать внимание на проблемах глобального водного цикла послужила в качестве предварительного условия для надежного, скоординированного и, по возможности, стандартизированного сбора, обработки, хранения и распространения данных. Кроме того, гидрологические сети были

созданы в развивающихся странах, чтобы предоставлять данные для исследования локальных, региональных и глобальных процессов и концепций моделирования. Инструкции по обработке данных и созданию сетей можно найти в Техническом регламенте ВМО (ВМО-№ 49), том III – Гидрология. Этот Технический регламент дополняется рядом конкретных руководств. На своей первой сессии в 1961 г. (Вашингтон, США) КГи рекомендовала разработать Руководство по гидрологической практике, первое издание которого было опубликовано в 1965 г. Пятое издание, выпущенное в 1994 г., состояло из 6 частей и 59 глав.

В главах 1–5 (часть А) представлена информация общего характера, касающаяся деятельности ВМО и других международных организаций, связанной с водными проблемами, а также информация о стандартах и правилах ВМО в области гидрологии и основных функциях и обязанностях национальных гидрологических служб. Главы 6–25 (части В и С) посвящены приборам и методам наблюдений, проектированию сетей, сбору, обработке и публикации данных. В главах с 26 по 59 (части D, E и F) излагаются методы гидрологического анализа и прогнозирования, даются примеры применения гидрологии при решении водохозяйственных проблем. Значение, которое страны-члены придают этому Руководству, подчеркивается тем фактом, что оно имеется не только на официальных языках ВМО (английском, французском, русском и испанском), но также переведено на многие другие языки. В настоящее время Руководство пересматривается, окончательный проект будет представлен на 13-й сессии КГи в ноябре 2008 года.

Значительная роль, которую ВМО играет в области оперативной гидрологии, также подчеркивается с помощью информации, которая имеется в цифровой базе метаданных ИНФОГИДРО. Она содержит важные подробности об имеющихся гидрологических данных и видах деятельности в области водных ресурсов в странах и целом ряде региональных и международных



В Африке совместное планирование и управление недостаточными и чрезмерно используемыми водными ресурсами часто является единственным путем к достижению устойчивого развития.

(Фото любезно предоставлено в рамках Десятилетия ООН «Вода для жизни», 2005–2015 гг. (<http://www.un.org/waterforlifedecade/>))

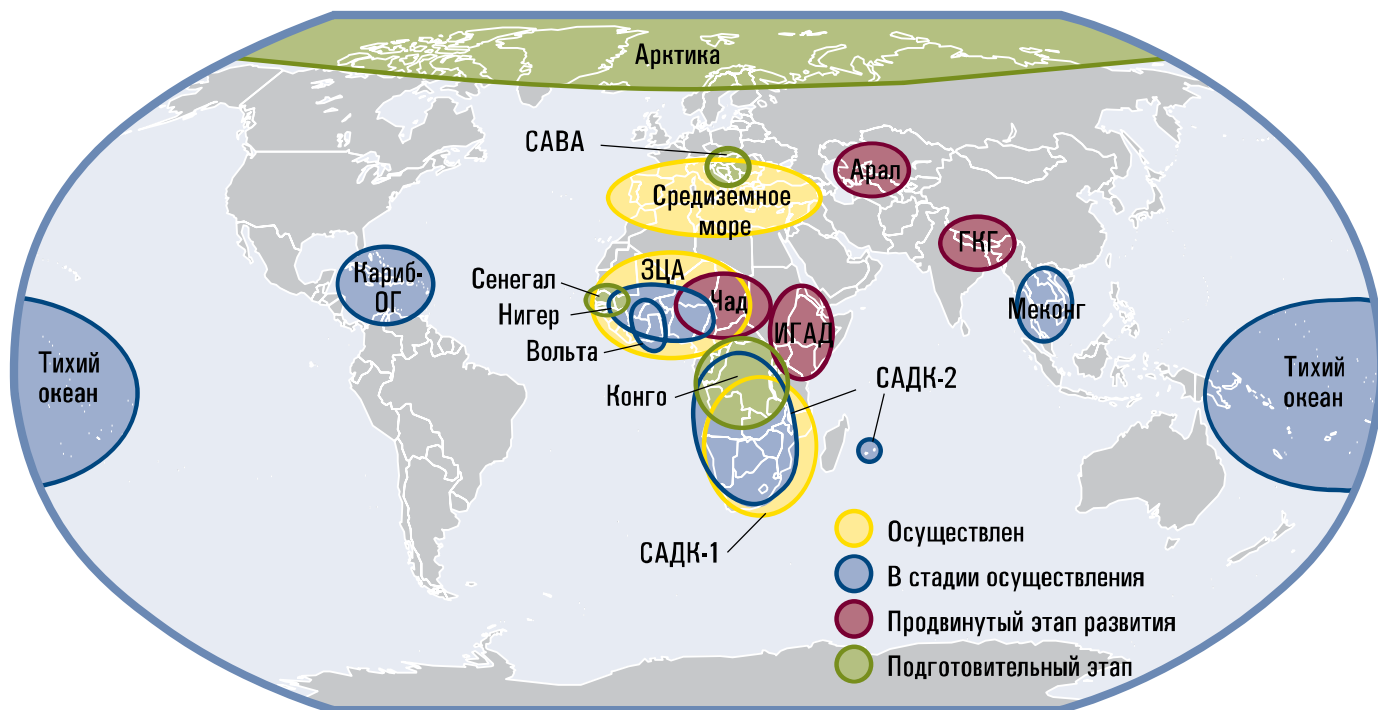
организаций. Подготовка и обновление Технического регламента, Руководства по гидрологической практике и ИНФОГИДРО являются основными видами деятельности ВМО и в основном осуществляются персоналом ВМО. В рамках ВМО имеются параллельные компоненты и публикации для метеорологии.

Международное сотрудничество

Необходимость в сборе надежных глобально сопоставимых гидрологических и связанных с водой данных послужила стимулом для целого ряда дальнейших действий ВМО, в которых страны-члены принимали активное участие. ВСНГЦ и ГОМС являются примерами прочного объединения стран, образующих одну географически непрерывную и экономически взаимосвязанную территорию. Эти программы не только содействуют развитию более тесного сотрудничества между развитыми и развивающи-

мися странами, но и развитию взаимовыгодного сотрудничества между развивающимися странами одного региона. Гидрологические данные и информация, собранные и используемые совместно в рамках отдельных компонентов Системы наблюдений за гидрологическим циклом (СНГЦ), принесли большую пользу для выполнения таких задач, как оценка водных ресурсов, прогнозирование наводнений, мониторинг засух и строительство плотин, дамб и водохранилищ.

Более того, они способствовали более мирному сосуществованию народов. Я уверен, что ВМО и ее специализированные программы также могут уменьшить количество связанных с водой конфликтов в будущем. Это, без сомнения, относится ко многим районам Африки, где совместное планирование и управление недостаточными и чрезмерно используемыми водными ресурсами часто является единственным путем к достижению устойчивого развития. Такие региональные компоненты, как СНГЦ-САДК (юг Африки) и



Всемирная система наблюдений за гидрологическим циклом (ВСНГЦ) является программой ВМО, цель которой состоит в улучшении производства основных наблюдений, укреплении международного сотрудничества и содействии свободному обмену данными в области гидрологии:

<http://www.whycos.org/>

СНГЦ-СМБ (Средиземноморский бассейн), развиты достаточно хорошо. Несмотря на то, что ВСНГЦ является программой с ярко выраженной региональной ориентацией, собранные данные и результаты научных исследований являются также частями единой мозаики для использования в межрегиональных и глобальных моделях. В этом заключается значение буквы «В» в аббревиатуре ВСНГЦ. Я убежден, что результаты сотрудничества в рамках ВСНГЦ также будут полезны для программ наземного мониторинга (Глобальная система наблюдений за поверхностью суши).

Напротив, ГОМС с самого начала имела глобальную ориентацию. Предложение о создании ГОМС было выдвинуто на пятой сессии КГи в 1976 г. (Оттава, Канада). Предполагалось, что это будет информационная система, с помощью которой гидрологические службы смогут найти информацию об имеющихся гидрологических приборах, методах измерения, методах обработки данных, моделях и т.д. В 1979 г. Конгресс одобрил создание ГОМС.

В 1980-х гг., до наступления эпохи «Всемирной паутины», ГОМС переживала расцвет. Бюро ГОМС в Секретариате ВМО помогало нацио-

нальным справочным центрам ГОМС во многих странах в инвентаризации компонентов ГОМС и их обмене. ГОМС подразделяется на разделы и подразделы, которые связаны с основными задачами гидрологических служб. Это позволило осуществлять взаимовыгодный обмен знаниями и опытом как между развитыми, так и между развивающимися странами. Обмен знаниями осуществлялся не только в письменной форме: некоторые гидрологические службы выражали готовность представить имеющиеся у них компоненты на практических семинарах для небольших групп экспертов и обеспечить специальное обучение.

Как я упоминал в начале этой статьи, гидрология и управление водными ресурсами имеют тесные связи со многими научно-естественными, экономическими и социальными аспектами. Следовательно, нет ничего удивительного в том, ВМО со своей Программой по оперативной гидрологии внесла существенный вклад в проведение ряда важных конференций и осуществление научных исследований. С другой стороны, эти научные исследования и конференции также повысили значение Программы по гидрологии и водным ресурсам в рамках ВМО.

Уже на первой Конференции ООН по водным проблемам в Мар-дель-Плата (Испания) в 1976 г. ВМО и ЮНЕСКО было поручено провести оценку водных ресурсов. Особая компетентность ВМО для выполнения этой работы была вновь востребована в 1992 г. на Международной конференции по водным ресурсам и окружающей среде в Дублине (Ирландия) и позднее в этом же году на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро. Однако я отношусь к участию ВМО в международных форумах по водным проблемам критически. Просто масштаб у этих форумов слишком большой, участников слишком много, в их рамках проводится несметное число не связанных между собой мероприятий, причем часто эти мероприятия проходят одновременно. Из-за этих гигантских масштабов трудно составить общее впечатление о конечных результатах. Результаты перестают поддаваться контролю и в связи с этим не представляют большой пользы для практических применений.

В начале 1980-х гг. ВМО было предложено в контексте Программы исследований глобальных атмосферных процессов собрать комплекты данных по расходу воды в реках, чтобы их можно было использовать в качестве исходных данных для иссле-

ований глобальной атмосферной циркуляции и проверки результатов этих исследований. Сначала за эту работу взялся один из институтов Мюнхенского университета. Однако в связи с ростом объема этих комплектов данных и увеличением числа учреждений, запрашивавших данные, появилась необходимость в постоянной и поддерживаемой на профессиональном уровне базе данных. Немецкий Федеральный институт гидрологии в Кобленце добровольно взял на себя обязанности по поддержке этой базы данных, и 1 мая 1987 г. в Кобленце под эгидой ВМО был создан постоянно действующий Глобальный центр данных по стоку (ГЦДС) (<http://grdc.bafg.de>). Он обеспечивает механизм международного обмена данными о речном стоке и расходах поверхностных вод на непрерывной долгосрочной основе. Все данные, хранящиеся в ГЦДС, доступны для потребителей. На сегодняшний день основная база данных ГЦДС содержит данные о расходе воды в реках для 7 332 станций из 156 стран, с более чем 276 000 годовых станций данных по стоку.

Свободный и неограниченный обмен данными

Центрам данных и научно-исследовательским группам часто не просто получить необходимые данные. По ряду причин наблюдатели могут не спешить с распространением собранных данных. Это может быть связано с затратами на производство измерений и первичную обработку данных, а также с качеством данных, а иногда и с их секретностью. Международный обмен данными поддерживали и активизировали две резолюции,

принятые Конгрессом: о свободном и неограниченном обмене метеорологическими данными (Двенадцатый Конгресс, 1995 г.) и свободном и неограниченном обмене гидрологическими данными (Тринадцатый Конгресс, 1999 г.).

Почему гидрология не была включена в резолюцию 1995 г.? Причина заключается опять в том, что в отличие от метеорологии формы существования гидрологических служб очень разнообразны. Бывают гидрометеорологические и гидрологические службы. Очень часто в состав Национальной службы входят несколько учреждений – в некоторых странах их число достигает 30, – каждое из которых имеет свои права в отношении секторов, связанных с водными ресурсами. Часто Национальная гидрологическая служба является частью какого-нибудь министерства, на которое возложена особая ведомственная ответственность, например за орошение сельскохозяйственных земель или производство электроэнергии. Несмотря на все трудности, резолюции помогли исследователям в осуществлении их программ.

Значение гидрологии в обсуждении проблем изменения климата

Погода, климат, вода

В конце 1970-х гг. впервые была выражена обеспокоенность по поводу того, что климат меняется вследствие интенсивных выбросов в атмосферу двуокиси углерода. В этой связи в 1979 г. ВМО провела первую Всемирную конференцию по климату. Совместными усилиями Программы развития Организации

Объединенных Наций и Международного совета по науке на основе ряда компонентов была учреждена Всемирная климатическая программа (ВКП).

Так как связанные с водой проблемы также становились все более значимыми в контексте ожидаемого глобального потепления (учитывая, что водяной пар является самым важным газом в атмосфере), в начале 1980-х гг. была учреждена отдельная программа ВКП-Вода, состоящая из нескольких подпрограмм. В 1990 г. прошла вторая конференция по климату. На этой конференции было четко сформулировано, что изменения климата будут иметь очень серьезные последствия для водного цикла, и в этой связи рассматривались вопросы, касающиеся управления водными ресурсами и социально-экономической системы. В то же время вырос уровень информированности о глобальном масштабе этих изменений, что привело к учреждению Всемирной программы исследований климата. ВМО внесла существенный вклад во всю эту деятельность по линии своей Программы по гидрологии и водным ресурсам. Объединение в одних руках метеорологии, климата и гидрологии оказалось для ВМО очень выгодным.

Значительным шагом в демонстрации статуса ВМО явилось принятие подзаголовка «Погода, климат, вода», который отражает все области ответственности Организации. Было принято решение использовать этот подзаголовок во всех официальных документах, в переписке и публикациях. Разве может быть более веское доказательство того, что значение гидрологии и управления водными ресурсами невероятно возросло в рамках и за рамками ВМО, чем этот подзаголовок?

Потребности в наращивании потенциала для национальных гидрологических служб

Джулиус Велленс-Менсах*

Гидрологические службы

В широком смысле гидрологическая служба является учреждением, основная деятельность которого заключается в предоставлении информации о водном (или гидрологическом) цикле и состоянии и тенденциях изменения водных ресурсов страны. Она может существовать как (ВМО-№ 1003, 2006 г.):

- Национальная гидрологическая служба (т.е. с общенациональным охватом);
- Часть Национальной гидрометеорологической службы или Национальной гидрологической и метеорологической службы;
- Одна из гидрологических служб основных секторов промышленности;
- Федеральная гидрологическая служба, включающая много провинциальных/региональных гидрологических служб.

В данной статье основное внимание будет уделено национальным гидрологическим службам исходя из предположения, что большая часть поднятых и рассматриваемых здесь вопросов в равной степени относится и к другим типам служб.

Роль национальных гидрологических служб

Роль Национальной гидрологической службы (НГС) состоит в предоставлении точной информации о состоянии и изменении водных ресурсов. Это

необходимо для экономического и социального развития и для поддержания качества окружающей среды. В целом информация нужна для планирования, развития и управления водными ресурсами.

На международном уровне данные и информация о воде требуются в качестве вклада в международные программы и различные виды деятельности, а также в глобальные эксперименты, предполагающие изучение взаимодействия суши, океана и атмосферы.

Некоторые конкретные виды использования гидрологической информации

Гидрологическая информация о состоянии и тенденциях изменения водных ресурсов страны (количество, качество, распределение во времени и пространстве) предоставляется для следующих видов использования (*Руководство по гидрологической практике* (ВМО-№ 168)):

- Оценка национальных водных ресурсов (их количество, качество, распределение во времени и пространстве), потенциала развития отраслей, связанных с водой, и возможностей обеспечения водой настоящих и будущих потребностей;
- Планирование, проектирование и осуществление проектов, связанных с водными ресурсами;
- Оценка экологического, экономического и социального

воздействия современной и перспективной деятельности по управлению водным хозяйством и ведению грамотной водоресурсной политики и стратегии;

- оценка влияния на водные ресурсы других, не связанных непосредственно с водой сфер деятельности, таких как урбанизация или вырубка леса;
- обеспечение безопасности людей и имущества при связанных с водой опасных явлениях, например при наводнениях и засухах.

Функции и обязанности гидрологических служб

Для удовлетворения потребностей в точной и надежной информации о водных ресурсах гидрологической службе необходимо осуществить следующие функции и действия (*Руководство по гидрологической практике* (ВМО-№ 168)):

- Установить потребности существующих и перспективных потребителей в информации о водных ресурсах;
- Определить стандарты (надежность, точность, своевременность, доступность и др.) данных, которые определяются этими потребностями;
- Спроектировать и создать гидрометрическую сеть для измерения различных типов требуемых данных;
- Разработать методы передачи информации из пунктов наблюдений в другие регионы, для которых она репрезентативна;
- Собирать данные и контролировать качество процесса получения

* Вице-президент Комиссии ВМО по гидрологии

ния информации посредством наблюдения за полевыми установками и полевыми работами;

- Обрабатывать и систематизировать данные, обеспечивать контроль качества и надежность хранения архивных материалов;
- Сделать данные доступными для потребителей, учитывая, когда, где и в какой форме они требуются, включая:
 - распространение гидрологических прогнозов и предупреждений;
 - публикацию ежегодников основных данных;
 - подготовку отчетов по водным ресурсам, в которых данные всесторонне анализируются (они могут включать: гидрологические атласы или базы данных в географических информационных системах);
 - информацию для проектирования, содержащую вероятность экстремальных значений стока;
 - оповещение потенциальных потребителей о имеющейся информации и содействие в наиболее эффективном ее использовании;
 - разработку новых методов и проведение научных исследований гидрологических и связанных с ними процессов, чтобы помочь потребителям в интерпретации и понимании данных;
- Способствовать обучению персонала и осуществлять другие функции, связанные с получением качественных данных, такие как подготовка учебных наставлений, апробирование и оценка новых приборов;
- Обеспечивать сотрудничество с другими ведомствами для получения информации, связанной с водой, и другой необходимой информации, например гидрогеологической, топографической и климатической, а также информации по водопотреблению и землепользованию;
- Представлять национальные интересы в международных организациях, имеющих связанные с водой полномочия;

Упрощенная схема функций гидрологической службы представлена ниже.

Наращивание потенциала

Основными элементами наращивания потенциала являются укрепление или развитие учреждений, их систем управления и их людских ресурсов (Делфтская декларация, Делфт, 1991 г.).

Наращивание потенциала в области оценки водных ресурсов в соответствии с Повесткой дня на XXI век Конференции Организации Объединенных Наций по окружающей среде и развитию (Глава 18) состоит из четырех основных взаимосвязанных компонентов:

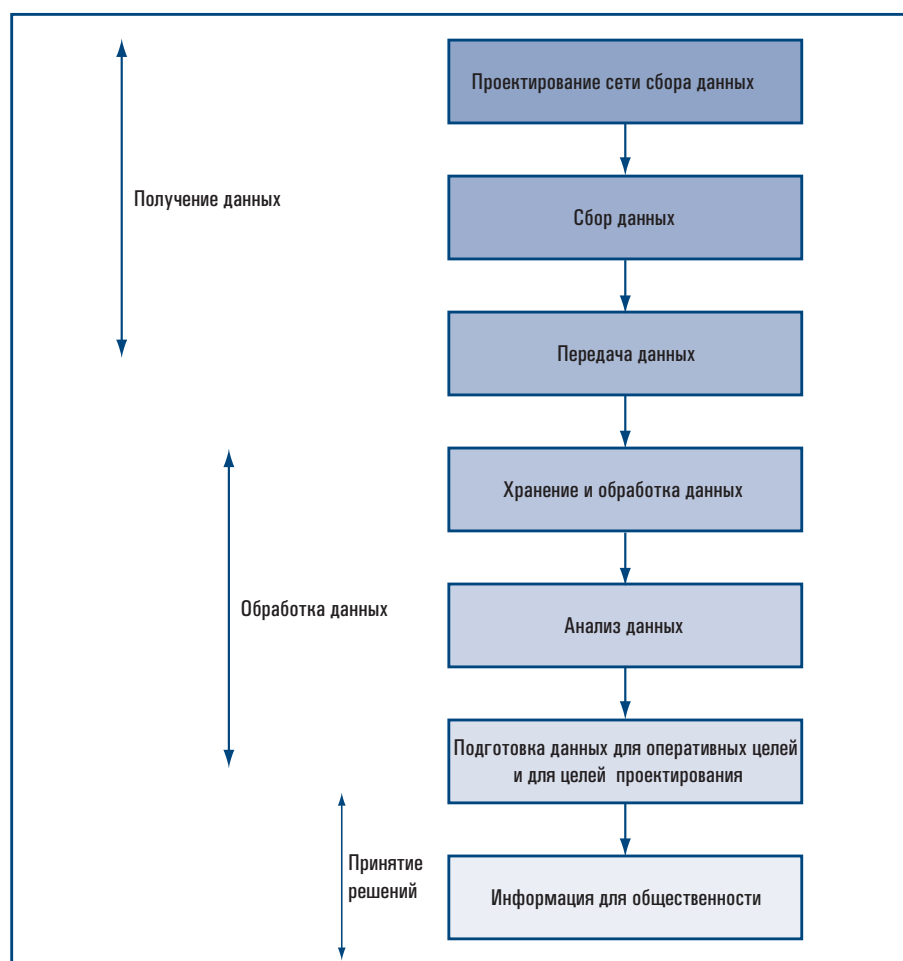
- Создание благоприятных условий с соответствующими политическими и правовыми рамками;
- Институциональное укрепление и развитие, включая участие местного сообщества;
- Развитие людских ресурсов, включая укрепление систем управления и интересы пользователей воды;
- Нарастивание осведомленности и образованности на всех уровнях.

Чтобы осуществить свои полномочия, выполнить функции и предоставить обслуживание, которое требуется, НГС необходимо наращивать институциональный и оперативный потенциалы и потенциал в области людских ресурсов.

Наращивание институционального потенциала

Правовые, административные и управленческие рамки

Предпосылкой для наращивания институционального потенциала, является создание благоприятных условий с правовыми и административными рамками, которые предоставляют четкие полномочия НГС как организации или одной из организаций (в случае нескольких организаций), отвечающей за сбор и распространение гидрологических данных. Кроме того, НГС необходимо иметь действующую систему управления, которая охватывает все уровни управления, а



Деятельность гидрологической службы

именно: стратегический, тактический и оперативный.

Управление качеством

Кроме управленческих рамок для повседневного администрирования и управления в соответствии с сегодняшней тенденцией в области управления, НГС в свою управленческую структуру следует включить управление качеством.

Структура управления качеством ВМО

Растущие потребности в достижении удовлетворенности потребителей при предоставлении им гидрологического обслуживания и продукции требуют внедрения в деятельность НГС системы управления качеством. Сегодняшняя Структура управления качеством (СУК) ВМО для гидрологии хотя и полезна, но недостаточна для удовлетворения потребностей НГС в области управления качеством. Существующая структура управления качеством, служащая ориентиром для НГС, включает комплект технических руководящих документов и материалов ВМО, таких как Технический регламент, наставления, руководства, руководящие принципы, технические документы. Эти документы в основном сконцентрированы на технических аспектах систем гидрологических наблюдений и измерений. Недавним дополнением к документации СУК является публикация Руководящих указаний по управлению, роли и функционированию гидрологических служб (ВМО-№ 1003 (2006 г.)), которая оказалась полезным руководящим материалом для НГС. Однако, в целом, сегодняшняя Структура управления качеством ВМО для гидрологии не в состоянии удовлетворить потребности НГС в отношении системы управления качеством.

Система управления качеством

Система управления качеством (СиУК) не ограничивается техническими аспектами деятельности и предполагает процессный подход, включая все аспекты деятельности НГС. СиУК можно определить как совокупность организационной структуры, процедур, процессов и ресурсов, необходимых для осуществления управления качеством. Она предназначена для дости-

жения более высокой эффективности и действенности деятельности НГС с целью удовлетворения потребностей и нужд потребителей. Осуществление СиУК на основе, например, принципов систем управления качеством ИСО 9001:2000 гарантирует контроль качества, обеспечение качества и повышение качества в деятельности НГС. Принципами ИСО 9000:2000 являются ориентация на потребителя, ведущая роль руководства, учет человеческого фактора, процессный подход, системный подход к управлению, постоянное улучшение, подход к принятию решений на основе реальных факторов, взаимовыгодные отношения с поставщиками.

Чтобы ввести в действие эффективную СиУК, основанную на принципах ИСО 9000:2000, НГС необходимо осуществить как минимум шесть документально зафиксированных процедур, а именно: контроль документов, контроль протоколов, внутреннюю ревизию, контроль несоответствующей продукции, меры по устранению недостатков, профилактические меры.

Здесь следует отметить, что другие системы управления качеством, которые используются в настоящее время, включают Национальную программу по качеству Малькольма Болдриджа, Программу Six Sigma и модель управления качеством Европейского фонда.

Потребности, касающиеся инфраструктуры

Учитывая износ и сокращение сетей наблюдения, НГС необходимо обновлять и поддерживать необходимую инфраструктуру, чтобы быть в состоянии выполнять свою основную функцию по сбору гидрологических данных. Эта инфраструктура включает сеть с гидрометрическими приборами для сбора данных и систему передачи данных в реальном времени или в режиме, близком к реальному времени, с помощью телеметрии или спутников. Инфраструктура может быть дополнена посредством приобретения и установки имеющихся в наличии новых, экономически эффективных, более точных технических средств, таких как подводные устройства, регистраторы данных и радиолокационные датчики для измерения уровня воды и акустические профилометры Доплера (АПДТ)

для измерения течения. Мобильные телефонные технологии также предлагают экономически эффективную альтернативу для передачи данных в реальном времени или в режиме, близком к реальному времени.

В случае сбора физиографических данных переход от геодезических нивелирных инструментов к использованию электронных автоматических тахеометров и Глобальной системы определения местоположения (ГСOM) позволяет осуществлять сбор данных эффективнее и с большей точностью, при этом требуется меньше работников и меньше времени.

Что касается измерений качества воды и наносов, то потребности НГС варьируются от полевого оборудования, такого как пробоотборники и комплекты оборудования передвижных лабораторий для измерений в точке, до стационарных лабораторий для более комплексного анализа.

НГС также нужны вспомогательные объекты, такие как мастерские для обслуживания приборов и полевого оборудования, хорошо укомплектованные библиотеки с соответствующими справочными материалами и современными журналами, позволяющие быть в курсе современных технологий и методов. Доступ к широкополосному и высокоскоростному Интернету и электронной почте является обязательным требованием для современной НГС.

Обработка и распространение данных

Основная деятельность НГС включает обработку и распространение данных. Для того чтобы делать это эффективно, НГС необходимо приобрести или модернизировать средства вычисления, хранения и управления гидрологическими данными, чтобы справляться с постоянно растущим объемом собираемых данных. Перед лицом постоянной опасности заражения вирусами НГС необходимо уделять больше внимания безопасности и защите данных, не ограничиваясь обычным резервным копированием. Новые компьютерные технологии предполагают наличие нескольких жестких дисков, которые зеркально отображают информацию, находящуюся на активном жестком диске, и обеспечивают более высокую степень безопасности и защиты. Мно-



Установленный автоматический регистратор уровня воды

гие типы программного обеспечения для управления гидрологическими данными предлагают средства для публикации гидрологических данных и таким образом расширяют возможности для распространения данных; другими средствами для улучшения распространения данных, которыми следует воспользоваться НГС, являются компактные диски, передача по электронной почте и, где позволяет государственная политика, использование Интернета.

Наращивание потенциала в оперативной области

Граница между оперативным и институциональным потенциалами тонкая, неустойчивая. Здесь часто наблюдаются частичные совпадения. Существенная разница заключается в том, что институциональный потенциал можно рассматривать как «смонтированный потенциал», дающий возможность НГС осуществить свои полномочия и предоставить необходимое обслуживание, в то время как оперативный потенциал обеспечивает средства для использования «смонтированного потенциала», чтобы фактически предоставить обслуживание.

Таким образом, оперативный потенциал относится к предоставлению материально-технического обеспечения, такого как транспортные средства для полевых работ и соответствующие финансовые средства для оперативных и других расходов. Оперативные финансовые средства могут представлять собой сочетание средств, выделяемых правительством, и благоприятных условий, поз-

воляющих компенсировать расходы и получать и сохранять внутренние доходы за счет предоставления обслуживания, при этом конечной целью является создание механизма для самостоятельного финансирования оперативных расходов.

Возможность получать устойчивый доход от предоставления обслуживания в основном связана с предоставлением гидрометрического обслуживания по заказу: развертывание гидрометрической станции и регулирование ее работы; организация станций мониторинга для сбора данных и обнаружения загрязнения и загрязняющих веществ; гидрологический анализ для строительных объектов; прогнозирование стока, наводнений и засухи; подготовка гидрологической продукции; проведение оценок связанных с водой воздействий на окружающую среду. Продажа данных нецелесообразна и не носит устойчивого характера. Чтобы разрабатывать полезную гидрологическую продукцию, НГС нужно развивать эффективные средства моделирования посредством приобретения и надлежащего использования прикладного гидрологического программного обеспечения, географических информационных систем (ГИС), инструментов, программ и процедур.

Помимо предоставления обслуживания и продукции НГС, необходимо расширять возможности по увеличению добавленной стоимости гидрологических данных и информации посредством использования своего опыта по преобразованию информации и знаний в рекомен-

дации для потребителей и конечных пользователей, предлагая им системы и средства консультирования и поддержки принятия решений для реагирования на складывающиеся условия и выполнения стоящих перед ними задач. От использования систем поддержки принятия решений можно получить пользу в таких областях, как адаптация к воздействию изменения климата на водные ресурсы, управление состоянием окружающей среды, регулирование паводков и борьба с засухой, обеспечение готовности и смягчение последствий бедствий связанных с водой, обеспеченность водными ресурсами и их распределение в разных местах.

Важно информировать конечных пользователей об обслуживании, продукции, системах поддержки принятия решений и средствах, которые НГС может им предложить, проводить рекламу и разъяснять, как их следует использовать. В дополнение к традиционным средствам распространения информации среди потребителей и конечных пользователей с успехом используются Web и Интернет. Обслуживание и продукцию следует соответствующим образом развивать на основе потребностей конечных пользователей, сведения о которых формируются в процессе взаимодействия с ними.

Наращивание потенциала в области людских ресурсов

Наличие людских ресурсов с надлежащей квалификацией и в надлежащем количестве на всех уровнях – стратегическом, тактическом и оперативном – имеет большое значение для устойчивого функционирования НГС. Традиционно в НГС используются следующие людские ресурсы:

- Младшие технические специалисты, обычно имеют среднее образование и дополнительно ограниченную подготовку по техническим дисциплинам;
- Старшие технические специалисты, обычно имеют среднее образование и специализированную официальную подготовку по одной из технических дисциплин, но не университетского уровня;
- Профессиональные специалисты, имеют университетское обра-

зование в области гидрологии или гражданского строительства, сельскохозяйственного строительства, физики, математики, компьютерных наук, статистики, геологии, географии, биологии или химии и специализированную послеуниверситетскую подготовку в области гидрологии и оценки водных ресурсов.

Для профессиональных специалистов имеются два направления гидрологии: геолого-геофизическое и инженерно-техническое. Для сбалансированной НГС нужны эксперты обоих направлений.

Кроме технического персонала НГС нужен персонал с управленческими навыками на стратегическом, тактическом и оперативном уровнях и соответствующий вспомогательный персонал в области административной работы, кадров, бухгалтерии и информатики. В соответствии с необходимостью удовлетворить потребности потребителей и растущие требования в отношении управления качеством в организациях, предоставляющих обслуживание, нужно совершенствовать знания и опыт, касающиеся внедрения и осуществления в НГС системы управления качеством.

Ключевые факторы, обеспечивающие успех в осуществлении системы управления качеством с участием всего персонала службы, следующие:

- Полная заинтересованность высшего руководства. Это предполагает надлежащее распределение ресурсов и надлежащий уровень участия руководства в осуществлении системы управления качеством;
- Личная заинтересованность персонала в понимании системы управления качеством. Это включает готовность взять на себя дополнительную ответственность, такую как повседневные проверки на соответствие, и другие процессы контроля качества;
- Обеспечение надлежащего обучения по системе управления качеством как для руководства, так и для персонала.

Для развития людских ресурсов необходимы перспектива, задачи



Университет шт. Айдахо

Занятие по проблемам управления с использованием мобильной аудитории

и цели, сформулированные службой, и, таким образом, развитие людских ресурсов должно финансироваться и осуществляться как регулярная деятельность. Развитие людских ресурсов в НГС должно быть направлено на достижение сбалансированности различных уровней функций и на обеспечение замены или обновления рабочей силы, вышедшей в результате ухода на пенсию, перемещения на более высокие управленческие или административные посты, увольнения или естественной убыли. В соответствии с оценкой потребностей в рабочей силе для НГС и анализом потребностей в обучении отдельных лиц должна осуществляться стратегия развития людских ресурсов, основанная на обучении и непрерывном образовании как руководства, так и персонала. Для развития людских ресурсов в полной мере обучение и непрерывное образование должно сопровождаться после обучения возложением соответствующего уровня ответственности в рамках службы, чтобы дать возможность персоналу набраться опыта и обрести уверенность.

Для обучения и непрерывного образования людских ресурсов НГС необходимо использовать все имеющиеся в наличии модели обучения: обучение без отрыва от производства; получение высшего образования в учебных учреждениях; семинары, практикумы и конференции; переподготовка и повышение квалификации.

Обучение без отрыва от производства

Обучение без отрыва от производства больше всего подходит для младших технических специалистов и вновь принятых старших технических и профессиональных специалистов. Помимо обеспечения технических знаний, оно также дает обучающимся возможность получить необходимую ориентацию в службе. Обучение без отрыва от производства включает теорию и практическое обучение непосредственно на рабочем месте. Оно более эффективно, если сопровождается письменными учебными материалами и руководствами. ВМО следует рассмотреть вопросы сотрудничества с НГС по разработке таких учебных материалов и руководств, особенно для обучения технических специалистов с целью стандартизации обучения. Обучение без отрыва от производства должно также включать курсы переподготовки для имеющегося персонала на всех уровнях. Там, где имеется возможность, нужно использовать прикомандирования и стажировки в других соответствующих учреждениях, чтобы расширить кругозор обучающихся. Прикомандирования на ротационной основе в рамках службы также могут содействовать достижению аналогичных результатов.

Получение высшего образования в учебных заведениях

На курсы высшего образования в учебных заведениях по гидрологии

и смежным дисциплинам, которые обычно занимают от 6 до 24 месяцев, отправляют персонал с университетским образованием по соответствующей специальности. По окончании таких курсов, которые предлагаются университетами и специализированными учреждениями, можно получить диплом о послевузовском образовании или степень магистра. Университетов или учебных заведений, предлагающих полный курс по гидрологии на вузовском уровне, немного. По окончании этих курсов обучающийся получает официально признанную квалификацию по гидрологии и/или гидротехнике. Учитывая растущую потребность в научных исследованиях в НГС, следует поддерживать сознательные усилия некоторых профессиональных специалистов, которые проявляют соответствующие способности, развивать свое образование до уровня доктора наук с тем, чтобы возглавлять научные исследования в своих службах. Некоторые учреждения предлагают специализированные курсы для обучения старших технических специалистов. Особенно полезны региональные учебные центры ВМО, и их необходимо укреплять и дополнительно создавать в регионах ВМО.

Семинары, практикумы и конференции

Семинары, практикумы и конференции длятся недолго и хорошо подходят для старших технических и профессиональных специалистов. Они дают возможность получить специальную

подготовку по конкретному аспекту гидрологии, знакомят с новыми методологиями и содействуют обмену и взаимному обогащению идеями при общении с другими профессиональными специалистами. Они могут быть организованы местными профессиональными организациями, обществами или ассоциациями и региональными и международными организациями, такими как ВМО, Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры, Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций, Программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде. Они служат в качестве полезных платформ для того, чтобы быть в курсе текущих тенденций в отрасли.

Переподготовка и повышение квалификации

Чтобы оставаться на уровне современных требований и всегда соответствовать целям службы, каждый работник НГС должен не забывать о переподготовке и повышении квалификации. Для старшего руководящего персонала это является средством получения официального обучения в области управления и администрирования. Такое обучение в области управления можно получить в национальном колледже по подготовке кадров для персонала, находящегося на государственной службе, или обучаясь по совместительству в университете или учебном заведении по вопросам управления. Также имеются возможности для дистанционного и электрон-

ного обучения, причем это касается не только курсов по управлению, но и технических курсов по гидрологии и водным ресурсам. Курсы переподготовки и повышения квалификации дают возможность расширить и углубить компетенцию профессионального специалиста, и поэтому обучаться на них нужно добросовестно и с усердием. В качестве вклада в расширение знаний по гидрологии и водным ресурсам профессиональным специалистам следует рассматривать занятие научно-исследовательской работой или на основе совместительства, или по программе «sandwich» – и то и другое становится все более доступным – с целью получения степени PhD. Сочетание практического опыта и научных исследований могло бы стать значительным вкладом в изучение и практическую работу в области гидрологии и водных ресурсов.

Чтобы выполнить стоящие перед ней задачи, НГС необходимо развивать свои людские ресурсы и возможности для предоставления обслуживания, продукции, систем и средств поддержки принятия решений потребителям, конечным пользователям и обществу в целом.

Приобретение прикладного программного обеспечения и средств моделирования повышает способность НГС оправдывать ожидания общества.

Помимо приобретения программного обеспечения и средств моделирования, необходимо создать базовую группу специалистов по моделированию и разработчиков программных продуктов, чтобы осуществлять соответствующую деятельность на устойчивой основе, при этом следует предусмотреть механизм передачи знаний, опыта и методов работы другим коллегам.

В этом плане хорошим началом для НГС будет использование механизма ВМО для передачи технологии. Таким механизмом является Гидрологическая оперативная многоцелевая система (ГОМС). ГОМС облегчает передачу технологии между НГС, при этом акцент сделан на совместном использовании технологии, разработанной службами, которая обычно не может быть получена из коммерческих источников. Компоненты ГОМС включают, помимо прочего, описание технических руководств и компьютерных программ, которые



Гидрологическое картографирование

прошли проверку и используются одной из НГС и предоставлены в качестве вклада в ГОМС. Кроме того, в дополнение к ГОМС НГС может использовать коммерческое прикладное программное обеспечение.

НГС также необходимо использовать новые технологии для улучшения выходных результатов моделей и прогнозов. Например, среди самых современных технологий, доступных для гидрологического моделирования и прогнозирования, – использование данных по оценке осадков, полученных с помощью радиолокаторов и спутников, и данных численного прогноза погоды.

Такие данные в сочетании со значительными достижениями в области пространственного моделирования, такими как использование цифровых моделей рельефа и средств ГИС, имеют большой потенциал для значительного повышения точности выходных результатов гидрологических моделей. Ожидается, что улучшенные методы моделирования позволят разрабатывать более совершенную продукцию, справочные системы и средства поддержки принятия решений, такие как прогнозы наводнений и предупреждения о них, карты пойм и зон затопления и прогнозы стока для управления водохранилищами.

К сожалению, опыт и знания НГС в использовании указанных выше средств моделирования и прогнозирования очень ограничены. Поэтому НГС следует развивать возможности для использования соответствующего опыта и знаний, накопленных в национальных метеорологических службах.

Заключение

Потребности национальных гидрологических служб в области наращивания потенциала охватывают три вида потенциала: институциональный потенциал, оперативный потенциал и потенциал в области людских ресурсов. Наращивание институционального потенциала включает создание правовых и административных рамок и системы управления, осуществление системы управления качеством, развитие и поддержку в рабочем порядке инфраструктуры для сбора и передачи

данных, создание действенных и эффективных средств обработки и распространения данных.

Оперативный потенциал относится к предоставлению материально-технического обеспечения для полевых работ и соответствующих финансовых средств на оперативные расходы, а также к созданию благоприятных условий, позволяющих получать и сохранять доходы с целью компенсации расходов, при этом конечной целью является создание механизма для самостоятельного финансирования оперативных расходов. Он также предполагает развитие систем для предоставления обслуживания, продукции и систем поддержки принятия решений конечным пользователям и потребителям в сочетании с эффективным механизмом для информационно-просветительской работы, позволяющим удовлетворять потребности потребителей.

Для развития людских ресурсов необходимо сформулировать перспективу, задачи и цели службы, и это должен быть непрерывный процесс, направленный на обновление людских ресурсов и придание службе такого положения, которое позволит ей решить внутренние и внешние проблемы. Наращивание потенциала в области людских ресурсов включает развитие технических, профессиональных и управленческих аспектов службы с учетом особых потребностей каждой категории персонала и потребностей в людских ресурсах с тем, чтобы она могла устойчиво функционировать и обновляться за счет внутренних ресурсов. Особое внимание следует уделить развитию потенциала для осуществления системы управления качеством.

Для развития в полной мере людских ресурсов обучение и непрерывное образование должно сопровождаться после обучения возложением соответствующего уровня ответственности в рамках службы, чтобы дать возможность персоналу набраться соответствующего опыта и обрести уверенность. Модели обучения всех категорий персонала включают: обучение без отрыва от производства; получение высшего образования в учебных учреждениях; семинары, практикумы и конференции; переподготовку, повышение квалификации и самосовершенствование.

НГС должны быть нацелены на развитие людских ресурсов, чтобы иметь возможность предоставлять обслуживание, продукцию, системы и средства поддержки принятия решений потребителям и конечным пользователям. Необходимо получить специализированную подготовку для совершенствования методов моделирования, и в частности для того, чтобы уметь применять в гидрологическом моделировании и прогнозировании выходные результаты и продукцию самых современных технологий, такие как данные по оценке осадков, полученных с помощью радиолокаторов и спутников, и данные численного прогноза погоды. Потенциал также следует развивать с помощью проведения научных исследований.

В заключение следует сказать, что все аспекты наращивания потенциала должны быть направлены на то, чтобы дать НГС возможность для более действенного и эффективного осуществления своих основных функций по сбору, обработке и распространению данных, а также для разработки продукции и систем и средств поддержки принятия решений с добавленной стоимостью, помогающих в принятии решений.

Литература

IHE/UNDP, 1991: A Strategy for Water Sector Capacity-building. Proc. Of the UNDP Symposium, Delft, 3–5 June, 1991. IHE Report Series No. 24.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, (UNCED), 1992: Agenda 21, Chapter 18—Protection of the quality and supply of freshwater resources, Rio de Janeiro

WMO, 1994: Guide to hydrological practices (5th ed.), WMO-No. 168, Geneva.

WMO, 2006: Guidelines on the role, operation and management of National Hydrological Services. WMO-No. 1003, Geneva.

Необходимость оценки водных ресурсов

Хэрри Ф. Линз*

Введение

По мере роста численности населения и развития экономики обостряется борьба за водные ресурсы для удовлетворения бытовых, муниципальных, сельскохозяйственных и промышленных потребностей. Кроме того, растет количество законов и постановлений, призванных сохранять водные запасы в реках и водоемах для удовлетворения экологических и рекреационных нужд. Для того чтобы удовлетворять основные потребности в воде и приводить в соответствие часто противоположные нужды и связанные с водой интересы, необходимо проводить постоянный и всесторонний мониторинг водных ресурсов и их оценку. В самом деле оценка водных ресурсов является необходимым условием для устойчивого развития и управления водными ресурсами во всем мире.

Термин «оценка водных ресурсов» подразумевает непрерывное определение местоположения, распространения, надежности и качества водных ресурсов, а также влияние на них деятельности человека (Young *et al.*, 1994). В работе Batchelor *et al.* (2005) этот термин определяется как «систематическое исследование существующего положения и буду-

щих тенденций в области водных ресурсов и водоснабжения, при этом особое внимание уделяется вопросам, связанным с наличием, доступностью и потребностью». Наряду с проблемами орошения, смягчения последствий наводнений, функционирования городской и загородной дренажных систем, производства энергии, промышленного и бытового водоснабжения, здравоохранения, смягчения последствий засухи и сохранения водных экосистем, оценка водных ресурсов важна для планирования, проектирования, сооружения, функционирования и эксплуатации надежных водопроводных систем.

Хотя понятие «оценка водных ресурсов» кажется относительно простым, выполнение этой задачи на практике оказывается делом достаточно сложным и трудоемким. В работе Young *et al.* (1994) определены несколько условий создания прочной основы для оценки водных ресурсов, включая: вспомогательную организационную структуру; эффективную систему мониторинга количества и качества поверхностных и грунтовых

Если на планете существует волшебство, оно заключается в воде.

Лорен Эйсли

вод; современную и гибкую систему хранения, поиска и распространения данных мониторинга; скоординированный и иерархический подход к исследованиям и разработкам; подготовку и поддержку квалифицированных специалистов в области водных ресурсов.

Вспомогательная организационная структура

Хотя национальная оценка водных ресурсов является обязанностью государства, многие элементы этой оценки осуществляются на уровне провинции (штата) или местного органа власти. В большинстве стран обязанности по выполнению этой функции делятся между несколькими государственными министерствами и управлениями и провинциальными агентствами. Это усложняет процесс оценки и требует тесной координации между разными организациями, занимающимися мониторингом, хранением и анализом различных результатов оценки. Успешная стратегия выполнения оценки водных ресурсов должна включать руководящую законода-

* Гидролог, Бюро поверхностных вод, Геологическая служба США, Рестон, Вирджиния, США.

тельную базу и процессы принятия соответствующих административных и финансовых решений.

В идеальном случае для успешного выполнения задачи необходимо следующее (ICWE, 1992): создание национальной политики, законодательной базы, экономических рычагов и регламентирующих схем; создание организационных схем для эффективного сбора, обработки, хранения, поиска и распространения данных о водопользовании, а также качестве и количестве поверхностных и грунтовых вод; организация и поддержка эффективного сотрудничества между различными организациями, занимающимися сбором, хранением и анализом гидрологических данных. Кроме того, необходимо убедиться в том, что подвергшаяся оценке ин-

формация используется в разработке мероприятий по планированию и управлению водными ресурсами.

Сбор и хранение гидрологических данных

Основным компонентом оценки водных ресурсов является мониторинг количества и качества поверхностных и грунтовых вод, который осуществляется с приемлемой частотой за соответствующий период времени. В настоящее время, как отмечает Lins (2008), развитию и эксплуатации национальных сетей сбора высококачественных гидрологических данных препятствует повсеместное уменьшение числа станций мониторинга, особенно

станций многолетних наблюдений. Кроме того, несоответствие способов хранения и предоставления гидрологической информации может помешать процессу оценки.

Существует потребность в создании систем комплексного мониторинга, а также в сборе и хранении данных по всем аспектам водных ресурсов. К таким данным, помимо гидрологических данных, относятся геологические, климатологические, гидробиологические, гидрохимические, топографические и почвенные данные, данные о землепользовании и водопользовании, а также данные о сбросе сточных вод, точечных и неточечных источниках загрязнения и связанном с ними загрязнении прибрежных вод океана.

Возможности сбора и хранения гидрологических данных в разных странах неодинаковы, и ни в одной стране они не являются совершенными. Однако некоторые проблемы приобретают все более значительные масштабы, а именно: слишком редкие наблюдательные сети, слишком малое количество измеряемых гидрологических переменных или слишком малая продолжительность наблюдений для выполнения многих задач оценки. В некоторых случаях недостаток данных ощущается настолько остро, что планированию долгосрочного устойчивого развития грозит серьезная опасность.

Распространение данных и информации

Долгосрочное хранение и распространение гидрологических данных не менее важно, чем их сбор с целью оценки водных ресурсов. Специалисты по подготовке оценок должны иметь доступ к широкому спектру гидрологических и сопутствующих данных, необходимых для оценки наличия воды и связанных с этим тенденций.

Для удовлетворения этих потребностей национальные гидрологические



Оценка водных ресурсов, помимо прочего, обеспечивает основу для четкого и точного планирования, проектирования, сооружения, функционирования и эксплуатации проектов, связанных с орошением и осушением.

службы и связанные с ними организации все активнее разрабатывают гидрологические информационные системы. Для того чтобы эти системы были наиболее полезными, они должны включать информацию, относящуюся к наукам о Земле, состоять из подсистем, связанных с поверхностными и грунтовыми водами, а также с качеством воды и водопользованием, иметь возможности поиска информации через Интернет и осуществлять бесплатное и открытое распространение данных. Однако в большинстве стран большие массивы гидрологических данных не хранятся в одной базе данных, и ведение этих массивов осуществляет не одна организация. Там, где несколько организаций осуществляют ведение необходимых данных, следует разработать портал гидрологической информации, чтобы создать единый центр поступления данных для их оперативной оценки и доступа к ним.

Исследования и разработки в области наук о воде

Науки о воде и связанные с ними технологии важны для разработки национальных инфраструктур, обеспечивающих безопасную питьевую воду, орошение сельскохозяйственных земель, гидроэнергетику, регулирование паводков и судоходные водные пути, а также более высокое качество воды за счет технологии очистки сточных вод, защиту и расширение среды обитания водных организмов и более широкие возможности для отдыха.

Научные концепции и технические средства используются для количественной оценки водоснабжения, расширения возможности водопользования и уменьшения неопределенности при оценке наличия и качества воды. К полезным разработкам относятся новые методы измерения, проектирование инновационной наблюдательной сети,



Оценка водных ресурсов является предпосылкой для устойчивого развития и управления водными ресурсами во всем мире.

усовершенствованные средства доступа к данным и более точное прогнозирование водоснабжения. Не менее полезными являются прогнозы наличия воды, особенно в сочетании с оценкой их надежности. Успехи в области биотехнологий и нанотехнологий, а также умелое использование воды низкого качества расширяют возможности управления водными ресурсами.

Новые основы концептуализации сложных вопросов, касающихся наличия, качества и управления водными ресурсами, учитывают взаимосвязь различных физических, химических, биологических и социальных элементов. С помощью соответствующих средств моделирования этих комплексных систем лица, принимающие решения, смогут оценить последствия проведения конкретной политики и принятия решений в широком диапазоне потенциальных условий. Это поможет странам более эффективно использовать существующую инфраструктуру и уделить основное внимание расширению технически сложной и естественной инфраструктуры там, где это больше всего необходимо.

Некоторые важные руководящие принципы развития науки и техники, необходимые для оценки водных ресурсов

- Достижения в области гидрологической науки и техники следует использовать на уровне всей страны, провинции (штата) и на местном уровне; распространять на частный сектор; использовать в целях безопасного и надежного водоснабжения.
- Пользователи водных ресурсов, управленцы и ученые должны сотрудничать для развития науки и техники, которые необходимы для оценки водных ресурсов.
- Ученые и управленцы должны использовать системный подход к забору, использованию и отведению пресных вод, который учитывает физические, химические, биологические, социальные, поведенческие и культурные аспекты.
- Закон о водных ресурсах, экономические стимулы, осведомленность общественности и образование являются краеугольным камнем эффективного управления водными ресурсами.

Развитие людских ресурсов

Оценка водных ресурсов зависит от численности, квалификации и мотивации специалистов, осуществляющих вышеописанную деятельность. Поэтому необходимо создавать и укреплять программы обучения и подготовки кадров в области водных ресурсов для всех категорий специалистов, занимающихся оценкой водных ресурсов. При этом необходимо использовать самые современные образовательные технологии. Государственные и местные гидрологические организации должны также разработать четкую политику в отношении подбора кадров и обеспечения достойной зарплаты. Эффективность водопользования на местном уровне можно повысить за счет расширения организационных возможностей групп пользователей, включая женщин, молодежь, местное

население и местные сообщества. Важно отметить, что для выполнения оценки водных ресурсов необходима благоприятная для этого окружающая среда на всех уровнях.

Заключение

Оценка водных ресурсов является предпосылкой для устойчивого развития и управления водными ресурсами во всем мире. Она обеспечивает основу для четкого и точного планирования, проектирования, сооружения, функционирования и эксплуатации проектов, связанных с орошением и осушением; уменьшения ущерба от наводнений; промышленного и бытового водоснабжения; городской и загородной дренажных систем; производства энергии; здравоохранения; сельского хозяйства; рыболовства; смягчения последствий засухи; и

сохранения водных экосистем. Оценка водных ресурсов, имеющая разные названия (например, учет использования воды, ревизия водных ресурсов, сбор информации о водных ресурсах), является ключевым компонентом комплексного управления водными ресурсами.

Литература

- BATCHELOR, C., P. MORIARTY and P. LABAN, 2005: Using water resources assessments within the EMPOWER IWRM planning cycle, EMPOWERS Working Paper No. 5, 30 pp.
- ICWE, 1992: Report of the International Conference on Water and the Environment, Dublin.
- LINS, H.F., 2008: Challenges to hydrological observations, WMO Bulletin, 57 (1), 55–58
- YOUNG, G.J., J.C.I. DOOGUE and J.C. RODDA, 1994: Global Water Resource Issues, Cambridge, Cambridge University Press, 194 pp.

Развитие гидрометрической техники: новые приборы для картографирования гидродинамики рек

Мэриан Масте¹, Вон Ким² и Дженис М. Фулфорд³

Введение

Новые потребности в ресурсах поверхностных вод в связи с ростом численности населения в мире и повышением жизненного уровня заставляют специалистов по управлению водными ресурсами совершенствовать измерения речного стока. Этим специалистам необходимо оборудование для более точного, детального и недорогого измерения водных ресурсов. К счастью, новые разработки оборудования по измерению стока значительно расширяют наши возможности измерять расход поверхностных вод и динамику стока рек.

До недавнего времени способы измерения расхода и динамики стока оставались неизменными. Измерение стока осуществлялось механическими измерителями скорости, которые использовали давление воды для вращения пропеллера; этот метод использовался с начала XX века. За последние 20 лет недорогое вычислительное оборудование, электроника и усовершенствованные аккумуляторы позволили разработать электронные приборы измерения скорости для картографирования гидродинамики рек, которое ранее было невозможно выполнить.

В настоящее время акустические, радиолокационные и основанные на анализе изображений электронные измерители скорости вносят суще-

ственные изменения в измерение расхода поверхностных вод и динамики стока. В большинстве мест измерений они заменяют механические приборы. Эти приборы очень эффективны, надежны и безопасны. Кроме того, электронное оборудование может более быстро измерять скорость на больших площадях, с более высоким пространственным разрешением и с меньшими издержками, чем предыдущие механические приборы.

Новые приборы способны измерять пространственно распределенные двух- и трехмерные кинематические характеристики, которые могут быть связаны с важными морфологическими и гидродинамическими аспектами естественных рек. В некоторых случаях, например при использовании радиолокационных приборов и приборов, основанных на анализе изображений, прибор не касается воды в процессе измерения. К сожалению, ни в одной из существующих публикаций, которые обычно появляются раньше используемых новых технологий, не описывается новейшее оборудование. Однако многие, включая авторов этой статьи, могут оценить работу и возможности нового оборудования.

Два электронных прибора для измерения скорости – акустический профилометр Доплера для измерения течения (АПДТ) и измеритель скорости на основе крупномас-

штабного изображения частиц (LSPIV) – служат примером новых приборов для измерения скорости, благодаря которым меняется способ измерения ресурсов поверхностных вод. Эти приборы могут эффективно измерять скорость речного потока, что необходимо для лучшего понимания комплексных геоморфных, гидрологических и экологических процессов в речном русле и их взаимодействия в нормальных и экстремальных условиях. Здесь представлены последние исследования сравнения с более старыми методами и приборами, которые показывают полезность АПДТ и потенциальные возможности LSPIV в области измерения расхода воды.

Акустические профилометры Доплера для измерения течения: рабочие характеристики

АПДТ – новый прибор, который обычно устанавливается на корабле (направленный вниз), но может быть установлен на якорь на дне (направленный вверх) или на берегу (бокового обзора). Для этих приборов необходимо, чтобы датчик соприкасался с водой для передачи и измерения звуковых импульсов, распространяющихся в водяном столбе. Звуковые импульсы отражаются от небольших взвешенных частиц или пузырьков, движущихся в акустических лучах (рис.1), и вызывают сдвиг передающегося звука, на основе которого рассчитывается скорость. Это явление, называемое сдвигом Доплера, представляет собой то же самое,

1 Институт гидротехнических исследований - Гидрологическая наука и техника Айовы, Университет штата Айова, Айова Сити, США

2 Корейский институт строительной техники, Сеул, Республика Корея

3 Геологическая служба США, Центр космических исследований им. Стенниса, Миссисипи, 39529, США

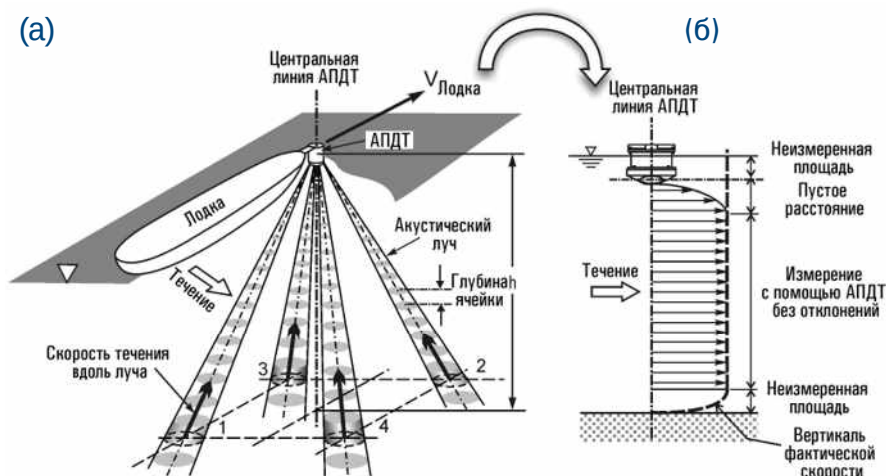


Рисунок 1 – Принцип работы акустического профилометра Доплера для измерения течения (конфигурация Teledyne RDI ADCP): (а) расположение лучей; (б) выходные данные измерений

что и изменение высоты звука гудящего поезда, проносящегося мимо. Импульсы, посылаемые в разных направлениях, или лучи (обычно 3 или 4) от АПДТ распознают различные компоненты скорости, параллельные каждому лучу. Допуская однородность течений в слоях с постоянной глубиной, используется тригонометрическая трансформация для преобразования скорости вдоль лучей в три компонента скорости, которые связаны с декартовой системой координат, ориентированной на прибор. Каждый акустический импульс от АПДТ, установленного на корабле, производит измерение скорости по всей глубине потока (рис.1).

АПДТ, установленные на движущемся судне, могут достаточно легко измерять многокомпонентный профиль скорости под судном, автоматически обеспечивая информацию о скорости, глубине и местоположении по мере движения судна. Производители приборов (например, RDI, 1996) устанавливают точность 0,25% для измерений скорости, выполняемых при идеальных условиях однородной горизонтальной скорости, которые, если и наблюдаются, то крайне редко. Плохие условия измерений, когда в воде мало или совсем нет взвешенных частиц для отражения звуковых импульсов или присутствуют чрезмерные концентрации отложений, которые поглощают звуковые импульсы, не позволяют использовать приборы АПДТ. В некоторых случаях измерений, например, рядом с вертикальной стеной, допу-

щение однородных горизонтальных скоростей несостоятельно, и могут возникнуть погрешности в измерениях. Погрешности скорости могут быть также вызваны отложениями, двигающимися вдоль русла. Для получения подробной информации имеется обширная литература, описывающая основные принципы, конфигурацию и функциональные аспекты АПДТ (например, RDI, 1996; SonTek, 2000).

Акустические профилометры Доплера для измерения течения: возможности измерений

Хотя акустические измерители скорости первоначально использовались для измерения скорости в океанографической среде, разработка АПДТ для применения в более мелководных условиях привела к их использованию для измерения расхода рек. Геологическая служба США (ГС США) впервые использовала АПДТ в 1985 г. и опубликовала описание системы для измерения расхода в реальном времени с использованием АПДТ в 1993 г. (Simpson and Olthmann, 1993). Сравнение измерений расхода с проверенными механическими измерителями показало преимущества использования АПДТ для измерения расхода (Mueller, 2001).

Приборы АПДТ являются проверенным средством гидрологических

измерений. Их производят несколько компаний (RDI, 1996; SonTek, 2000). В настоящее время точечные акустические измерители скорости и АПДТ используются примерно в 30% измерений расхода, выполняемых ГС США (Oberg *et al.*, 2005). На судах ГС США АПДТ в основном вытеснили механические измерители. АПДТ могут точно измерять расход на реках с двусторонним течением в водяном столбе, не используя специальные методы, поскольку приборы измеряют скорость и направление течения. Механические приборы обычно измеряют только скорость течения, за исключением тех случаев, когда используются специальные методы.

Большинство измерений с помощью АПДТ на реках проводились и до сих пор проводятся с движущихся судов для получения данных о расходе. Суда (управляемые или привязные), оснащенные АПДТ, двигаются по реке между противоположными точками на речном берегу для измерения течения. Расход можно получить, используя специальные алгоритмы, разработанные для измерений с помощью АПДТ, проводимых с движущихся судов (RDI, 1996), или обычные алгоритмы. Следовательно, программное обеспечение прибора приспособлено для измерений расхода, а дополнительной информации, которую можно извлечь из грубых измерений скорости с помощью АПДТ, уделяется мало внимания. Обширные данные, получаемые в процессе измерения расхода, получают с помощью АПДТ быстрее и эффективнее, чем более старыми механическими приборами. Например, рабочие параметры, используемые для измерений расхода реки Киссими (шт.Флорида), использовали около 800 отдельных акустических импульсов для выполнения измерений в 8000 точках поперечного разреза измерений (Merwade *et al.*, 2008).

С повышением интереса к качеству воды в водотоках и поверхностным водам появилась необходимость в дополнительной информации для мониторинга, моделирования и исследования переноса отложений, водной эрозии, восстановления естественной среды и гидротехнических сооружений. Большая

часть необходимой информации, например расчет сил, вызванных давлением воды, и измерение концентраций отложений, имеется в необработанных файлах АПДТ, однако соответствующие средства извлечения и обработки не предоставляются производителями приборов. Различные группы пользователей разработали для этих целей специальные алгоритмы.

Измерения Merwade *et al.* в реке Киссими показывают возможности АПДТ предоставлять и другие данные, помимо данных о расходе, используя специализированное программное обеспечение, такое как AdscrXP, которое разработано в Институте гидротехнических исследований Айовы (Kim *et al.*, 2005). Необработанные файлы можно обработать, чтобы получить скорость течения реки и соответствующую информацию в виде объемных или осредненных значений для поперечного разреза (одномерных) или в виде местных значений в конкретной точке течения (двух- или трехмерных). Приведем следующие примеры одномерной информации, которую можно определить на основе необработанных файлов: средняя глубина в поперечном разрезе, средняя скорость в поперечном разрезе и число Фруда.

Программные средства визуализации можно использовать с данными АПДТ, чтобы показать, как местная скорость изменяется в поперечном разрезе реки (см. рис. 2(б), 2(в) и 2(г)). Можно рассчитать средние и турбулентные характеристики в поперечном разрезе реки на основе временных рядов скорости, полученных на привязном или заякоренном судне, оснащем АПДТ и находящемся в определенной точке (Szupiany *et al.*, 2007). Приведем следующие примеры двух- и трехмерной информации, которую можно определить на основе необработанных файлов АПДТ: векторные диаграммы скорости, контурные диаграммы величины скорости, вихри, апвеллинг, средняя скорость и турбулентность в неподвижных точках течения.

Измеритель скорости на основе крупномасштабного изображения частиц: рабочие характеристики

LSPIV – это новый прибор, базирующийся на методе, в основе которого лежит изображение (PIV). Этот метод используется в лабораториях, изучающих свойства жидкости. В последние 30 лет бурное развитие оптики, лазерной техники, элект-

роники, вычислительной техники и программного обеспечения привело к активизации использования методов, основанных на изображении, для визуализации течения и количественных измерений в лабораториях. Однако LSPIV еще предстоит пройти испытание в этой области для такого же диапазона условий измерений расхода, как и АПДТ.

Измеритель скорости на основе изображения частиц значительно расширил наши возможности измерять векторы мгновенной скорости в разнообразных потоках, создаваемых в контролируемой среде лабораторий (Adrian, 1991). Положительным аспектом этого прибора является его простота, т.е. использование изображений вместо выхода датчика, например, сигналов, что делает этот метод более простым для пользователя, чем его предшественники. Этот метод записывает изображение в виде необработанной цифровой информации, которую можно при необходимости обработать с различным пространственно-временным разрешением для получения детальной информации о потоке. Благодаря таким возможностям этот метод стал широко использоваться в детальных турбулентных измерениях двух- и трехмерных потоков в лабораторных условиях. Несмотря на такую популярность, эта методика не получила широкого применения за пределами лабораторий по изучению свойств жидкости.

Первые измерения в речной среде с помощью этого прибора были выполнены японцами Fujita and Komura (1994). Эти измерения требовали изображения большой площади поверхности реки, поэтому к названию метода добавили слово «крупномасштабный». LSPIV включает все четыре типичных компонента обычного метода PIV: освещение (солнцем), засев области течения, запись изображения и обработка изображения. Поскольку изображения для LSPIV обычно записываются под косым углом, изображение необходимо дополнительно корректировать.

Процесс измерения начинается с того, что делаются снимки водной поверхности со стратегически выбранной

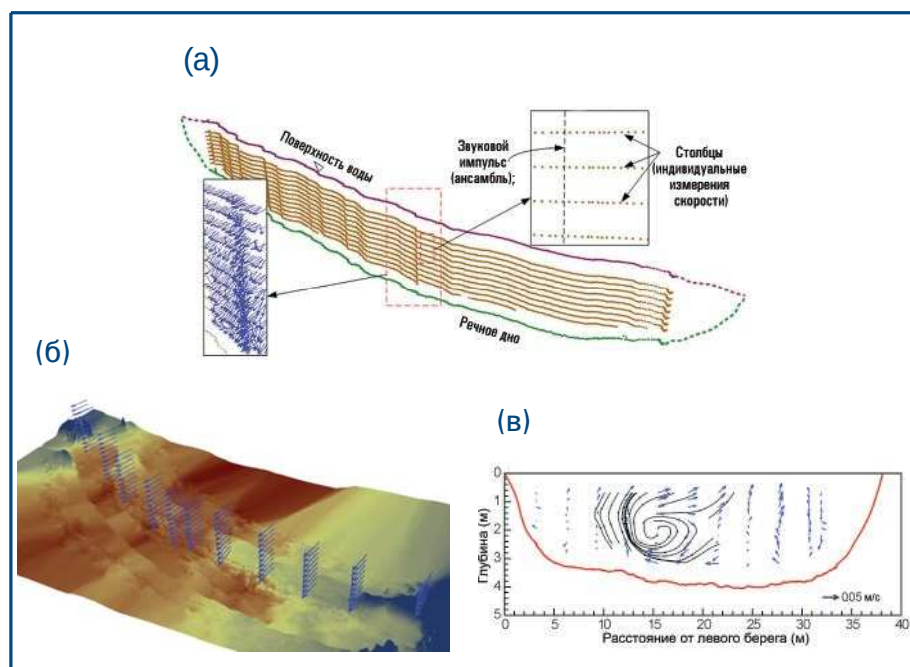


Рисунок 2 – Возможности АПДТ предоставлять многомерную информацию о реках: (а) векторное поле мгновенной скорости, полученное с помощью АПДТ, установленных на движущихся подках; (б) распределение средней скорости на выбранных вертикалях; (в) визуализация циркуляции в поперечном разрезе

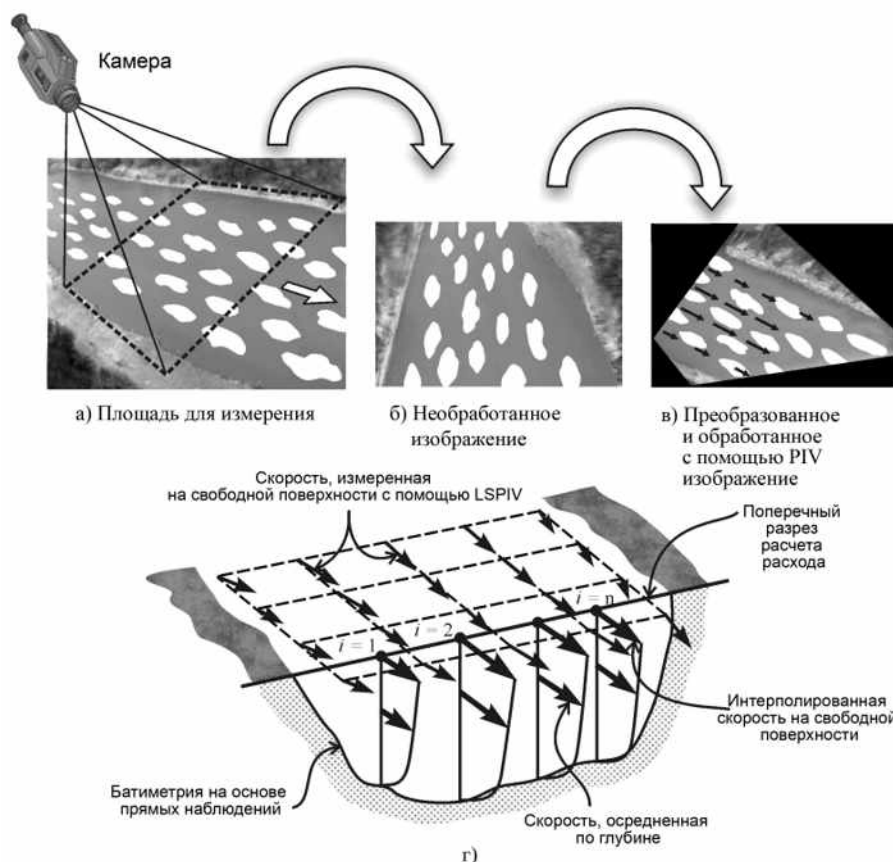


Рисунок 3 – Принцип измерения скорости на основе крупномасштабного изображения частиц (LSPIV) и рабочие компоненты: (а) освещение и засев; (б) запись изображения; (в) реконструкция изображения для получения уточненных изображений и обработки изображений; (г) алгоритм оценки расхода водотока с использованием измерений на свободной поверхности с помощью LSPIV

позиции (рис.3). Движение водной поверхности заметно лишь в том случае, если она содержит видимые элементы, движущиеся с течением. Во многих случаях присутствуют природные явления на поверхности реки (пена, пузыри, мелкие обломки и волнистость свободной поверхности), которые служат эффективными видимыми элементами в качестве трассеров течения. При их отсутствии можно осуществить искусственный засев измеряемой области течения.

Как отмечено выше, записанные изображения являются геометрически искаженными из-за эффекта перспективы, вводимого в изображение под косым углом. Фотоизображения преобразуются в неискаженный вид и затем обрабатываются для получения скорости на поверхности воды. Движение потока оценивается на основе пар последовательных изображений посредством статистического вывода относительно изображенных явлений на свободной поверхности.

Затем вычисляется скорость по всему изображению путем деления рассчитанных смещений на интервал времени между последовательными изображениями.

Расход вычисляется с помощью методов «скорость-площадь». Скорость на поверхности воды, измеренная с помощью LSPIV, регулируется, чтобы дать более точную оценку средней скорости в водном столбе и умножается на соответствующую субплощадь батиметрии поперечного разреза, как показано на рис.3(г). Батиметрию русла можно получить на основе прямого наблюдения с использованием специальных приборов (например, сонары или АПДТ). Наблюдение русловой батиметрии можно проводить во время измерений с помощью LSPIV или до них при условии, что батиметрия не меняется за период времени между измерениями на дне и на поверхности воды.

При полевых измерениях с плохим освещением поверхности воды, скудным засевом или другими неблагоприятными условиями измерений, сложившимися на водной поверхности, точность измерений может существенно снизиться, а в худшем случае их выполнение невозможно.

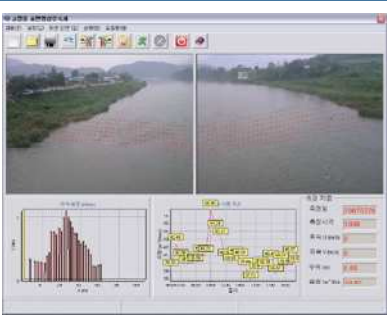
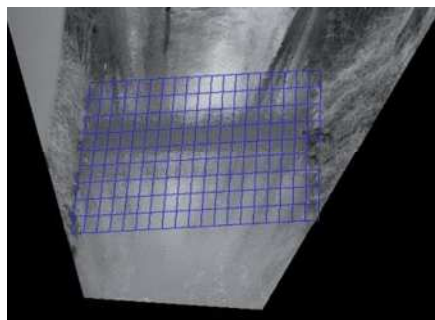
Конфигурация	Важные характеристики	
LSPIV в реальном времени (PTLSPIV) Неконтактное, основанное на изображении, измерение расхода в реальном времени в определенных точках водотока		
Мобильный LSPIV (MLSPIV) Устройство основанного на изображении измерения скорости на свободной поверхности быстро устанавливается на участке реки, где необходимо выполнить измерения при минимальной подготовке во время обычных и экстремальных явлений, касающихся стока		
	Kim (2 008) Скорость и последующие расходы рассчитываются, как указано на рис.3. Система автоматизирована, а результаты измерений можно получить через Интернет.	Kim et al. (2 008) Гидравлическая мачта позволяет поднять камеру с земли, чтобы охватить более обширную площадь течения на изображениях. Положение и работа камеры контролируются компьютером.

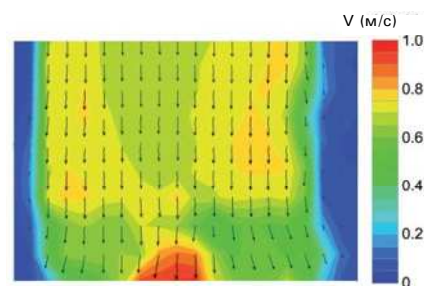
Рисунок 4 – Альтернативные конфигурации LSPIV



а)



б)



в)

Рисунок 5 – Измерения с помощью LSPIV в небольшом заливе: (а) необработанное изображение; (б) преобразованное изображение с сеткой для расчета вектора скорости; (в) полученное среднее векторное поле

Для измерений с использованием LSPIV обычно необходим солнечный свет, что затрудняет измерения в ночное время. Для течений при отсутствии трассеров рассчитанные скорости могут быть ошибочными, а разрешение карты скоростей может снизиться. Неправильный угол фотоаппарата по отношению к течению может также снизить разрешение. На точность измерения расхода с помощью LSPIV влияют используемая батиметрия, допущение изменения скорости с глубиной и подъем воды в процессе измерения. Ранее измеренная батиметрия может отличаться от батиметрии во время измерения, а подгонка скоростей на поверхности воды к средней скорости в водяном столбе может быть не очень точной. При медленном течении, особенно в сочетании с ветром, скорости на поверхности, измеренные LSPIV, не являются надежными для измерений расхода.

Конфигурации LSPIV постоянно совершенствуются и включают фиксированную систему LSPIV в реальном времени, которая непрерывно измеряет расход реки Айова (Hauet *et al.*, 2008), и мобильную систему, установленную на грузовом автомобиле, которую можно развернуть возле практически любой точки измерения течения (Kim, 2008). Основные характеристики этих конфигураций представлены на рис.4.

Измеритель скорости на основе крупномасштабного изображения частиц: возможности измерений

Основное преимущество LSPIV состоит в том, что этот прибор

одновременно и дистанционно измеряет скорость течения на всей изображенной поверхности течения с более высоким разрешением, чем высокочастотные радиолокационные системы. Обычные высокочастотные радиолокационные системы ограничены разрешением 300 м. Разрешение LSPIV может быть 1 метр и менее. Среди приборов, измеряющих скорость, эта характеристика уникальна. С помощью этого прибора выполняется неинтрузивное картографирование площадей от 100 до 5000 м² для получения векторных полей мгновенной скорости, документального подтверждения характеристик течения и измерения расхода рек (Muste *et al.*, 2008). Поскольку LSPIV способен измерять скорость на расстоянии, он может быть идеален в тех ситуациях, когда плавающие обломки могут повредить приборы в воде и поставить под угрозу работу персонала. Это особенно важно в периоды максимального стока, который может представлять потенциальную опасность для приборов и технического персонала, выполняющего измерения.

Методы на основе анализа изображений исследуются и используются для неинтрузивного (с применением дистанционного зондирования) измерения расхода и всесторонней характеристики гидродинамики рек в США и Республике Корея (Muste *et al.*, 2008), Японии и Франции (Hauet *et al.*, 2008). Необработанные данные измерений с использованием LSPIV представляют собой мгновенные векторные поля на изображенной площади, как показано на рис.5(а). На основе векторного поля, полученного с помощью LSPIV, можно определить пространственно-временные характеристики те-

чения, такие как средняя скорость, направление и завихренность, а также другие величины, полученные на основе скорости. В тех случаях, когда удовлетворяются требования LSPIV, с помощью этого метода можно эффективно измерять скорость поверхностного стока во многих точках, прилагая значительно меньшие усилия, чем при использовании точечных и профилированных приборов. В некоторых случаях, например при выполнении измерений во время экстремальных явлений (наводнения, ураганы) или при очень медленном и мелком течении, LSPIV может быть единственной альтернативой для измерений. Поскольку LSPIV является новейшим прибором, опубликованной информации о нем относительно мало, а отраженные в ней гидрологические условия, в которых систематически выполняются измерения расхода, достаточно ограничены.

Сравнение измерений

Недавно провели сравнение измерительных возможностей LSPIV с возможностями АПДТ, механических приборов и метода «индекс-скорость» для разнообразных течений. Экспериментальная площадка длиной 3,3 км представляет собой плес с булыжным дном вниз по течению от корейской гидроэлектростанции Гесан. Здесь расположен официальный водомерный пост, а благодаря плотине вверх по течению от экспериментальной площадки здесь представлен широкий спектр расходов, от 6 до 1400 м³/с, в зависимости от сезона.

С АПДТ использовались два разных метода измерения расхода:

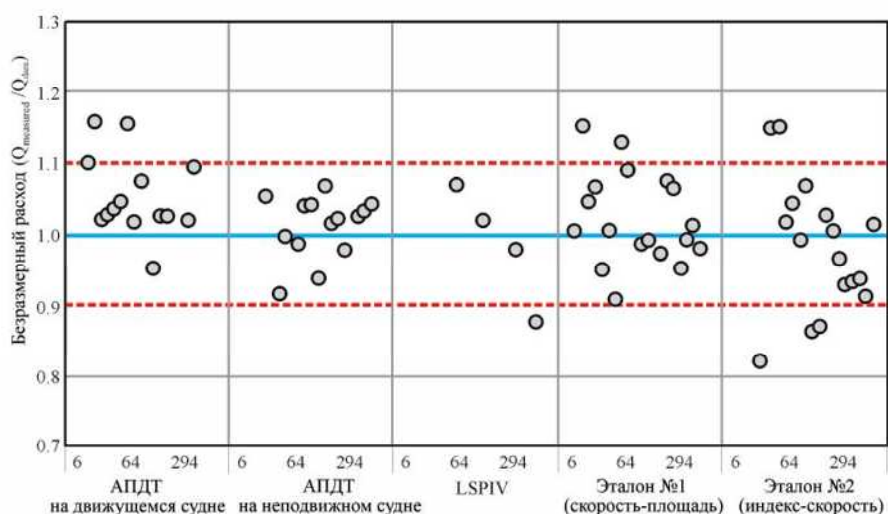


Рисунок 6 – Взаимное сравнение АПДТ, LSPIV и других методов

движущаяся лодка и привязная неподвижная лодка. Метод с движущейся лодкой использовал АПДТ Рио Гранде с частотой 1200 кГц, который был установлен на надувной лодке и, по крайней мере, 4 раза пересекал реку. Метод с привязной неподвижной лодкой использовал АПДТ Ривер Кэт в 20 и более точках вдоль поперечного разреза измерений в соответствии с руководящими указаниями ISO 748 (ISO, 2007). При измерении расхода методом LSPIV использовалась цифровая камера, однако измерений производилось меньше, чем с помощью АПДТ.

Для сравнения два метода использовались одновременно: традиционный метод «скорость-площадь», использующий механический прибор, и метод «индекс-скорость» с использованием закрепленного акустического прибора измерения скорости. Механический прибор, представляющий собой стандарт-

ную вертушку Прайса для измерения течений, использовался при переходе вброд в условиях мелкого течения или при использовании портального крана при более быстром и глубоком течении. Измерения методом «скорость-площадь» выполнялись в 20 и более точках в поперечном разрезе измерений согласно руководящим указаниям ISO 748.

Метод «индекс-скорость», представляющий собой непрерывное измерение расхода, использует акустический доплеровский измеритель скорости бокового обзора (модель Argonaut-SL 1.5 МГц) для измерения контрольной скорости в области измерения. Эта скорость и уровень воды затем могут использоваться для расчета расхода с использованием взаимосвязи между расходом, контрольной скоростью и уровнем воды в области измерения или поблизости от нее. Эту взаимосвязь получают на основе

многих измерений, выполненных с использованием обычного метода «скорость-площадь» с помощью вертушки Прайса.

Одновременные измерения расхода выполнялись в период 2005–2007 гг. с использованием АПДТ, LSPIV и методов сравнения. Расход, измеренный вышеуказанными приборами и методами, сравнивался с расходом плотины. Последний определялся на основе установки затвора. Взаимосвязь между установкой затвора и расходом была ранее обнаружена в процессе лабораторного моделирования. На рис.6 показана безразмерная величина, представляющая собой расход, измеренный АПДТ или LSPIV, поделенный на расход плотины. Расход, измеренный методом с использованием неподвижной лодки и АПДТ, составляет $\pm 10\%$ от расхода плотины. Расход, измеренный методом с использованием движущейся лодки и АПДТ, также хорошо согласуется с расходом плотины, но с некоторым отклонением в положительную сторону. Хотя и нет достаточного числа случаев измерений с помощью LSPIV, полученный расход также идентичен расходу плотины.

В таблице приведена сводная статистика безразмерного расхода по типу методов измерения. Безразмерные средние расходы выше или ниже единицы свидетельствуют о положительном или отрицательном отклонении от расхода плотины. Более низкие значения стандартного отклонения и среднеквадратичная погрешность (СКП) также свидетельствуют о более близком соответствии расходу плотины.

Сводная статистика методов измерения расхода

Статистический индекс	Методы измерения расхода				
	АПДТ на движущемся судне	АПДТ на неподвижном судне	LSPIV	Скорость-площадь	Индекс-скорость
Безразмерный средний расход	1,055	1,013	0,987	1,022	0,983
Стандартное отклонение относительных различий	5,7	4,4	8,1	6,5	9,3
Среднеквадратичная погрешность относительных различий	2,2	1,3	4,8	1,7	2,2
Доверительный интервал по t-распределению	$\pm 3,29$	$\pm 2,54$	$\pm 12,89$	$\pm 3,23$	$\pm 4,78$

Меньший доверительный интервал относительно t -распределения (t Стьюдента для 95% доверительного интервала) указывает на значимость безразмерного среднего расхода (и связанного с ним отклонения).

В силу малого количества измерений ни одно отклонение, на которое указывает какой-либо безразмерный средний расход, не является статистически значимым. Метод «скорость-площадь» и метод с использованием неподвижной лодки и АПДТ имеют схожую статистику, а их измерения наиболее близки к расходу плотины. Измерения методом с использованием движущейся лодки и АПДТ более близки к расходу плотины, чем результаты, полученные LSPIV или методом «индекс-скорость». Измерения с помощью LSPIV отличаются наибольшей изменчивостью (большие значения для стандартного отклонения и СКП) всех методов. Однако небольшое количество измерений LSPIV ограничивает значимость статистики LSPIV.

Перспективы

Правильное применение любого прибора при выполнении измерений требует понимания основных принципов его работы. Кроме того, что касается новейших приборов, следует тщательно оценить их измерительные возможности, прежде чем использовать в повседневной практике. Приборы АПДТ являются проверенным средством для выполнения измерений в речной среде; их возможности широко отражены в литературе. Метод LSPIV еще проходит тщательную проверку; прилагаются значительные усилия для развития этого метода и повышения его надежности в различных условиях измерений. В целом, LSPIV нельзя считать многофункциональным прибором. Скорее, это прибор, эффективно дополняющий другие приборы и помогающий выполнять самые разные измерения.

Мобильность, автономность и скорость выполнения измерений свидетельствуют о пригодности АПДТ и LSPIV для интенсивных измерений во время обычных и экстремальных гидрологических явлений. Эти новые тех-

нологии способствовали появлению новой эры в области гидрологических измерений, снижая затраты и усилия при увеличении количества измерений и позволяя выполнять измерения в опасных ситуациях. Использование нового поколения оборудования, возможно, прольет свет на чрезвычайно важные процессы, такие как взаимодействие основного русла и стока паводка в период паводков, влияние стока паводка на прибрежную растительность и среду обитания, эволюция меандрирующих потоков и влияние речных сооружений на экосистему рек. Оценки компонентов течений более высокой размерности, предоставляемые новыми приборами, могут способствовать успешному развитию мониторинга стабилизации русла, изменения батиметрии из-за удаления плотины, береговой эрозии, экологии рек и заболоченных территорий, восстановления проходимости рек и воздействия на окружающую среду. В настоящее время АПДТ и LSPIV, наряду с многими новыми приборами неинтрузивного класса, являются объектом общей оценки в рамках проекта ВМО, которая осуществляется Комиссией по гидрологии: «Оценка рабочих характеристик приборов и методов измерения течений» (Fulford et al., 2007).

Литература

ADRIAN, R.J., 1991: Particle-imaging techniques for experimental fluid mechanics, *Ann Rev Fluid Mech*, (23), 261–304.

FUJITA, I. and S. KOMURA, 1994: On the accuracy of the correlation method, *Proceedings of the 6th International Symposium on Flow Visualization*, 858–862.

FULFORD, J., P. PILON, Z. KOPALIANI, P. MCCURRY and C. CAPONI, 2007: Call for collaboration in WMO project for the Assessment of the Performance of Flow Measurement Instruments and Techniques, *J. Hydr. Engrg.*, 133 (12), 1439–1440.

HAUET, A., A. KRUGER, W. KRAJEWSKI, A. BRADLEY, M. MUSTE, J.-D. CREUTIN and M. WILSON, 2008: Experimental system for real-time discharge estimation using an image-based method, *Journal of Hydrologic Engineering*, 13(2), 105–110.

ISO, 2007: Hydrometry—Measurement of Liquid Flow in Open Channels Using

Current-Meters or Floats; ISO 748, 46 pp.

KIM, D., M. MUSTE and L. WEBER, 2005: Development of new ADCP post-processing and visualization capabilities, *Proceedings, XXXI IAHR Congress*, Seoul, Republic of Korea.

KIM, W., 2008: Intercomparison of new hydrometric techniques in an experimental river reach, *Proceedings, Experiences and Advancements in Hydrometry*, Korea Institute of Construction Technology, Seoul, Republic of Korea.

MERWADE, V., D. KIM and M. MUSTE, 2008: Characterization of river morphology and hydrodynamics with acoustic methods, *Water Resources Research* (in review).

MUSTE, M., I. FUJITA and A. HAUET, 2008: Large-scale particle image velocimetry for measurements in riverine environments, special issue on hydrologic measurements, *Water Resources Research*, (submitted).

MUELLER, D.S., 2003: Field evaluation of boat-mounted acoustic Doppler instruments used to measure streamflow, *Proceedings IEEE/OES Seventh Working Conference on Current Measurement Technology*, 30–34.

OVERG, K.A., S.E. MORLOCK and W.S. CALDWELL, 2005: *Quality-Assurance Plan for Discharge Measurements Using Acoustic Doppler Current Profilers*, US Geological Survey Scientific Investigations Report 2005–5183.

RD Instruments, 1996: *Acoustic Doppler Current Profilers—Principle of Operation, A Practical Primer*, San Diego, CA, USA.

SIMPSON, M.R. and R.N. OLTSMANN, 1993: *Discharge-Measurement Systems Using an Acoustic Doppler Current Profile with Applications to Large Rivers and Estuaries*, US Geological Survey Water-Supply Paper 2395.

SONTEK, 2000: Doppler velocity log for ROV/AUV applications, *SonTek Newsletter*, 6 (1), SonTek, San Diego, CA, USA.

SZUPIANY, R.N., M.L. AMSLER, J.L. BEST and D.R. PARSON, 2007: A comparison of fixed- and moving-vessel flow measurements with an ADCP in a large river, *J. Hydr. Engrg.*, 133 (12), 1299–1309.

Понимание гидрологического цикла: ключ к устойчивому развитию

Анжел Луис Алдана Валверде*

Введение

В «докладе Брундтланд», представленном Международной комиссией по окружающей среде и развитию на Генеральную Ассамблею Организации Объединенных Наций в 1987 г., термин «устойчивое развитие», касающийся экономического и социального развития, определен как способность удовлетворять потребности сегодняшнего дня, не ставя под угрозу способность будущих поколений удовлетворять их потребности (см. <http://www.un.org/documents/ga/res/42/ares42-187.htm>). Этот термин связывает между собой три основополагающих аспекта: экономический, социальный и экологический – таким образом, что экономическое развитие в сочетании с развивающимися технологиями и социальной организацией гарантирует определенный уровень социального благосостояния, который не противоречит рациональному использованию окружающей среды. Это подразумевает предположение, что природные ресурсы конечны (количество) и ограничены с точки зрения возможностей для их использования (качество).

Пресная вода, возможно, является самым ценным ресурсом и навер-

няка ресурсом, без которого нельзя обойтись. Спрос на этот ресурс увеличивается по мере роста населения и уровня его развития. Более того, растущее население может оказать серьезное влияние на его качество, в то время как имеющееся в наличии количество не увеличивается, и во многих частях планеты пресной воды уже недостаточно. Независимо от того, сократится или нет имеющееся количество водных ресурсов под влиянием изменения климата, – если сократится, то это еще более усугубит проблему, – быстрый рост населения сулит пессимистические перспективы, если в использовании этого ресурса и управлении им не будут произведены крупные изменения. Вышесказанное касается воды как природного ресурса, но вода также является источником известного риска, связанного с огромным материальным ущербом и гибелью людей в результате наводнений. Наводнения являются стихийными явлениями, которые создают опасность для общества на определенных территориях, если эти территории плотно населены (подверженность опасности) или на них имеются товары и оказываются услуги (уязвимость).

Данная статья содержит размышления о концепции устойчивого развития в свете основного понятия гидрологии: гидрологического цикла.

Краткое описание гидрологического цикла

Большая часть территории планеты Земля покрыта слоем соленой воды. В результате процесса испарения над морем часть растворенной соли удаляется из воды и вводится в атмосферу, переходя в газообразное состояние. Для этого требуется большое количество энергии, которое обеспечивается солнцем. Влага перемещается ветром и преобразуется в жидкое или твердое состояние, чтобы образовать облака, и может выпасть в качестве осадков на территорию суши земного шара. В результате снегового и дождевого стоков вода в жидком состоянии образует реки и озера и течет в море, завершая таким образом цикл.

Это только упрощенное концептуальное описание некоторого процесса, который в реальности является значительно более сложным. Также следует принять во внимание испарение с пресных водоемов, в результате которого огромное количество воды снова преобразуется в пар. Часть воды в жидком состоянии (которая выпадает в качестве дождя или контактирует с землей в форме рек, озер или снежного и ледяного покровов) проникает в землю, насыщая ее часть и создавая подземные запасы вод и водоносные слои. Грунтовые воды также перемещаются, часть из них попадает непосредственно в море, другая часть питает реки у истоков или там, где непосредственно с ними

* Инженер-строитель; член Международной ассоциации гидротехнических исследований (МАГИ); член Рабочей группы МАГИ по прикладной гидрологии; руководитель проектов Центра гидрографических исследований Агентства по инженерно-строительным исследованиям (CEDEX) angel.l.aldana@cedex.es

соприкасается. Также следует учесть возвращение в жидкое состояние непосредственно в атмосфере воды, поступающей в виде водяного пара из растений, которые в этом процессе забирают часть воды из земли и сохраняют часть дождевой воды в своей листве.

Качество воды и ее движение

Гидрологический цикл следует рассматривать во взаимоотношении с анализом или регулированием качества воды, т.е. пригодности воды для использования людьми и другими живыми существами планеты. Вода контактирует с различными материалами, которые она сдвигает и перемещает во взвешенном или в растворенном состоянии, потому что вода является очень активным растворителем. В результате, вода может иметь очень разные уровни качества, на которые оказывают влияние естественные и антропогенные факторы. За исключением редких случаев паводковая вода не пригодна для потребления человеком, но может быть сделана пригодной с помощью естественного отстаивания, фильтрации или процессов биологического распада. Эти методы моделируются на водоочистных станциях (до потребления) и станциях очистки сточных вод (до возвращения воды в окружающую среду).

Использование воды (например, для потребления человеком, для сельского хозяйства, животноводства, промышленности или добычи полезных ископаемых) влечет за собой ее загрязнение в той или иной форме и, следовательно, сильное снижение ее качества. То, в каком состоянии вода возвращается в окружающую среду, очень важно для ее последующего использования. Если в гидрологический цикл вводится отклонение в качестве воды, то можно ожидать, что возникнут различные инфекции, которые будут переноситься из одного места в другое в основном вниз по течению, хотя другие варианты их переноса также не исключаются. Вода несоответствующего качества, попадая в реку, может загрязнить водоносные слои и сильно инфицировать озера и моря, которые важны для других ресурсов, таких как рыба. При всем том некоторые формы загрязнения воды могут переноситься морскими течениями или ветрами в отдаленные места.

Комплексный баланс, чувствительный к изменению

Гидрологический цикл связан с комплексным балансом воды на планете в ее различных формах и пропорциях. Он подвержен естественной изменчивости, а также изменениям, вызванным деятельностью человека. Сдвиг в направлении другого типа баланса может повлиять не только на

количество воды, задействованной в гидрологическом цикле, но также на ее качество в различных формах.

Гидрологический цикл тесно связан с климатом из-за особых физико-химических свойств воды и огромного объема, в котором она существует (в океанах, атмосфере и на суше). Климат невозможно объяснить без понимания свойств воды в атмосфере, движения воды в океанах и гидрологического цикла. Несмотря на сильную взаимозависимость между гидрологическим циклом и климатом по-прежнему имеют место большие трудности в том, чтобы дать количественную оценку каждому из взаимосвязанных процессов.

Деятельность человека, особенно деятельность, направленная на регулирование воды как ресурса (в различных видах использования, в землепользовании, в работах по срезке пика паводков с целью избежать ущерба) вносит изменения в гидрологический цикл. Эти изменения становятся все более крупными в связи с ростом населения и уровня жизни. Эти изменения необходимо принимать во внимание, потому что с ними связаны изменения в окружающей среде и неопределенность в будущем в отношении возможного сокращения ресурсов и усиления экстремальных метеорологических явлений, таких как засухи и наводнения.

Пространственные границы и временные масштабы

Одна из гидрологических проблем, в которой слабо разбираются широкие слои общественности, касается пространственного масштаба природных явлений. Одна из современных парадигм, которую поддерживают как здравый смысл, так и практика, заключается в том, что надлежащее управление водными ресурсами или регулирование паводков должно быть структурировано в соответствии с географией природных бассейнов, при этом пространство должно быть разделено на орографические водосборы. Это способствует весьма общему рассмотрению проблем, связанных с управлением водными ресурсами, и принятию более эффективных реше-



Независимо от того, сократится или нет имеющееся количество водных ресурсов под влиянием изменения климата, быстрый рост населения сулит пессимистические перспективы, если в их использовании и управлении ими не будут произведены крупные изменения.

ний. Однако гидрологический цикл требует более глобального рассмотрения. Во-первых, рассмотрение грунтовых вод влечет за собой появление новой группы природных границ, которые могут не зависеть от гидрографических бассейнов (концепция, присущая поверхностным водам) и обычно выходят за их географические рамки. Кроме того, учитывая вышесказанное, нельзя рассматривать природные явления в отрыве от планетарного масштаба. Мы создали географические границы для понимания мира или для управления ресурсами, но в реальности их не существует, что становится более очевидным в долгосрочной перспективе.

Другой момент, в котором слабо разбираются специалисты, так как наука и технология в значительной степени ограничены, касается различных временных масштабов, в которых протекают различные природные процессы. Это может привести к неправильному управлению, особенно в долгосрочной перспективе. Например, в случае такой причины, как дождевые осадки, мы, по крайней мере, наблюдаем следствия, такие как подъем уровня воды в реках с часовыми или более короткими интервалами. В больших бассейнах разрыв между причиной и следствием может составлять дни, недели и даже месяцы. Несмотря на это, причина и следствие такого типа явления четко взаимосвязаны. Развитие других явлений происходит в течение значительно более долгих периодов, например явлений, связанных с грунтовыми водами, аккумулярованием загрязняющих веществ или переносом наносов. Это – не обобщение, потому что отдельные случаи отчетливо различаются, но, когда следствия появляются позже, это объясняется тем, что человеческое восприятие осознает их в меньшей степени. К счастью, в этих случаях есть больше времени для реагирования, коррекции или адаптации, но, с другой стороны, для этих действий требуется больше времени.

Мониторинг и исследование процессов

Вышесказанное является попыткой описать сложность и важность про-

блем, связанных с гидрологическим циклом. Сложность и важность этих проблем призывают к дальнейшему исследованию задействованных процессов и субпроцессов, чтобы заложить основу для рационального и устойчивого управления. Знание будет базироваться как на исследованиях, так и на наблюдениях – другими словами, на мониторинге всех соответствующих природных и социальных явлений. Таким образом, мы дошли еще до одного аспекта, требующего большей степени информированности и нового глобального видения. Этот аспект описывается ниже.

В настоящее время имеются наблюдения с наличием полезных исторических данных для маленькой части планеты, а для больших территорий нет измерений, позволяющих провести количественный анализ. Когда какое-либо явление происходит в одной части планеты, оно может оказать влияние на другие части, так как страны ни в коем случае не являются независимыми в отношении водных проблем. Это является обоснованием для подхода, в рамках которого принимается во внимание основополагающая этика солидарности. Для более богатых стран нужны данные наблюдений и измерений, проводимых в менее богатых странах, чтобы лучше понимать, что происходит. Они также заинтересованы в обеспечении, по возможности, наилучшего управления водными ресурсами и связанным с наводнениями риском, так как при растущей глобализации риск может распространиться на другие территории.

Необходимость в образовании и подготовке кадров

Растущая сложность общества, управление природными ресурсами, требующее больше решимости и больше мудрости, а также необходимость в видении будущего для принятия решений и разработки политики, направленной на обеспечение более широкого участия в решении проблем, – все указывает

на необходимость рациональной основы, подготовки специалистов и профессионалов и образования населения.

Комплексность проблем требует наличия профессионалов и специалистов с высоким уровнем подготовки и опытом. Это подразумевает не только потенциал отдельных личностей, но и потенциал учреждений, имеющих значительные силы и независимость, чтобы гарантировать полноценную работу.

Образование населения, информирование населения и транспарентность действий формируют фундамент, соответствующий основным принципам демократических систем. Понимание населением сложной действительности сделает его менее уязвимым к восприятию упрощенных взглядов, которые часто называют демагогическими и которые в конечном итоге ведут к плохим последствиям. Говорить об устойчивости развития – значит говорить о будущем, а это будущее наших детей и наших потомков; именно поэтому необходимо, чтобы усилия по подготовке кадров в области водных ресурсов сопровождались повышением уровня информированности населения о связанных с водными ресурсами проблемах.

Резюме и выводы

В этой статье сделана попытка описать сложность и важность связанных с водой проблем, а также взаимосвязи и взаимозависимости между обществом и водой с намерением содействовать развитию глобального общего видения. Для решения текущих и будущих проблем необходимы усилия в области проведения наблюдений и измерений, образования и подготовки кадров, комплексного управления, а также некоторые идеи, которые можно считать основополагающими для принципов транспарентности, солидарности и устойчивости.

Краткосрочная и среднесрочная информация о климате для управления водными ресурсами

Чарльз Персон*

Введение

Специалисты в области управления водными ресурсами и инженеры иногда используют климатическую информацию и прогнозы в различных диапазонах пространственно-временных масштабов, а в другое время пользуются своими собственными методами для учета изменчивости климата. В долгосрочной перспективе влияние глобального потепления будет вызывать большой интерес у специалистов в области управления водными ресурсами. Не меньший интерес будут вызывать усовершенствованные краткосрочные и среднесрочные климатические и гидрологические прогнозы. Что касается краткосрочных (с заблаговременностью до трех месяцев) и среднесрочных (межгодовых) перспектив, специалистам в области водных ресурсов, инженерам и лицам, принимающим решения, полезно будет обладать знаниями в области климатологии и изменчивости климата.

В этой статье дается краткий обзор климатической и гидрологической информации и прогнозов, а также рассматриваются связи между национальными гидрологическими службами (НГС) и специалистами в области водных ресурсов.

Текущая ситуация

Некоторые НГС в настоящее время пользуются климатической ориентировочной информацией для составления регулярных (ежемесячных) прогнозов. Прогнозы, заблаговременность которых обычно составляет три месяца (сезонные), могут быть особенно полезны в области пресных вод, например, при установке сроков орошения, управлении водными ресурсами, гидроэнергетических операциях и смягчении последствий опасных явлений (паводков или засухи). К обычным переменным, прогнозируемым на основе точных климатических данных и прогнозов (температура воздуха и осадки) и качественных гидрологических данных, относятся состояние почвенной влаги, вероятный средний речной сток, а также уровень грунтовых вод и озер с сезонной заблаговременностью.

Гидрологические прогнозы основываются на хорошей связи и передаче данных между национальными гидрологическими и климатическими службами. Обычно гидрологические прогнозы составляются на основе консенсуса между опытными гидрологами. По сравнению с климатическими прогнозами в основе гидрологических прогнозов лежит международное со-

трудничество, благодаря которому эти прогнозы выходят на региональный уровень. Появление широкого гидрологического мониторинга в период Международного гидрологического десятилетия (1965–1974) и ряда региональных проектов в рамках Системы наблюдений за гидрологическим циклом (СНГЦ) позволяет странам и регионам подкреплять гидрологические прогнозы надежными данными как в настоящее время, так и в будущем.

Многие специалисты в области управления водными ресурсами используют свои методы учета изменчивости климата в сезонном и более длительном масштабах. Например, при разработке схемы защиты от паводков инженер будет рассчитывать частоту паводков для данной точки реки, вычисляя величину максимального стока паводка. Если схема защиты имеет проектный срок службы 50 лет, инженеры знают, что изменение и изменчивость климата и изменение землепользования в верхнем бьефе могут оказать воздействие на частоту пиковых паводков на реке. Допущения будущих сценариев часто включают проекты, которые предполагают учет будущих изменений.

Информация и прогноз

Некоторые национальные метеорологические службы (НМС) и связанные с ними климатологические агентства на регулярной основе выпускают

* Консультант-гидролог ВМО по Новой Зеландии и Региональной ассоциации V, Национальный институт водных и атмосферных исследований (НИВАИ), PO Box 8602, Christchurch, New Zealand. E-mail: c.pearson@niwa.co.nz

климатическую информацию и прогнозы с заблаговременностью от одного до трех месяцев и больше для своей страны и прилегающего региона. Типичная информация включает состояние осадков, температуры воздуха и морской воды за прошедший период, а также прогнозы вероятности осадков и температуры воздуха на сезон вперед. К пользователям этой информации относится водный сектор.

В некоторых случаях НГС и связанные с ними гидрологические агентства взаимодействуют со своими коллегами-климатологами и выпускают соответствующие прогнозы гидрологических переменных суши, таких как почвенная влага, речной сток, запасы грунтовых и озерных вод. Специалисты в области водных ресурсов, признавая, что климатологические и гидрологические прогнозы с заблаговременностью несколько сезонов и более являются неточными, частично пользуются имеющимися прогнозами, но также полагаются и на свои методы, учитывающие изменчивость и изменение климата.

Климатическая информация и прогноз

Климатическую информацию получают на основе высококачественных климатических данных. В виде таблиц и карт можно получать информацию о температуре воздуха, осадках, солнечном свете, солнечной радиации, атмосферном давлении и температуре поверхности моря. На рис. 1 и 2 показаны аномалии температуры поверхности моря (ТПМ) в глобальном масштабе и в масштабе страны. На рис.3 показаны месячные аномалии осадков.

Прогноз климата основывается на глобальных сигналах, таких как явление Эль-Ниньо/Южное колебание (ЭНКО) (межгодовое), Внутривековое колебание Тихого океана, и их значения в глобальном масштабе и в масштабе страны. Для прогноза климатических переменных с забла-

говременностью от одного до трех месяцев используются научные знания местной циркуляции и сезонов, а также разработанные средства статистического прогнозирования, такие как аналоговые ситуационные и регрессионные схемы. Более 10 глобальных климатических моделей дают прогнозы состояния ТПМ в Тихом океане и ЭНКО с заблаговременностью до девяти месяцев.

Обычно климатологи учитывают всю имеющуюся информацию, чтобы сформировать единое мнение для составления сезонных ориентировочных прогнозов таких переменных, как температура воздуха и осадки.

Гидрологическая информация и прогноз

Как и в случае с климатической информацией, гидрологическую информацию можно получить на основе высококачественных и своевременных данных гидрологических сетей мониторинга. Важной основой для составления гидрологических ориентировочных прогнозов любого

содержания является соответствующая гидрологическая сеть мониторинга. Необходимо знать первоначальное состояние водных потоков и водохранилищ, прежде чем делать прогноз. На рис.4 показано состояние речного стока в Новой Зеландии.

Начиная с 1999 г. Национальный климатический центр Новой Зеландии выпускает прогнозы осадков, температуры воздуха, уровня почвенной влаги и речного стока с заблаговременностью три месяца для шести регионов страны. Эти прогнозы публикуются в ежемесячном бюллетене "The Climate Update", а также распространяются через Интернет и другие информационные средства. К пользователям прогнозов почвенной влаги относятся сельскохозяйственный и садоводческий сектора. К пользователям прогнозов речного стока относятся гидроэнергетические и ирригационные компании, а также местные органы власти, отвечающие за управление водными ресурсами и борьбу с опасными явлениями.

Метод, используемый для перевода климатических прогнозов в прогнозы почвенной влаги и речного стока, по

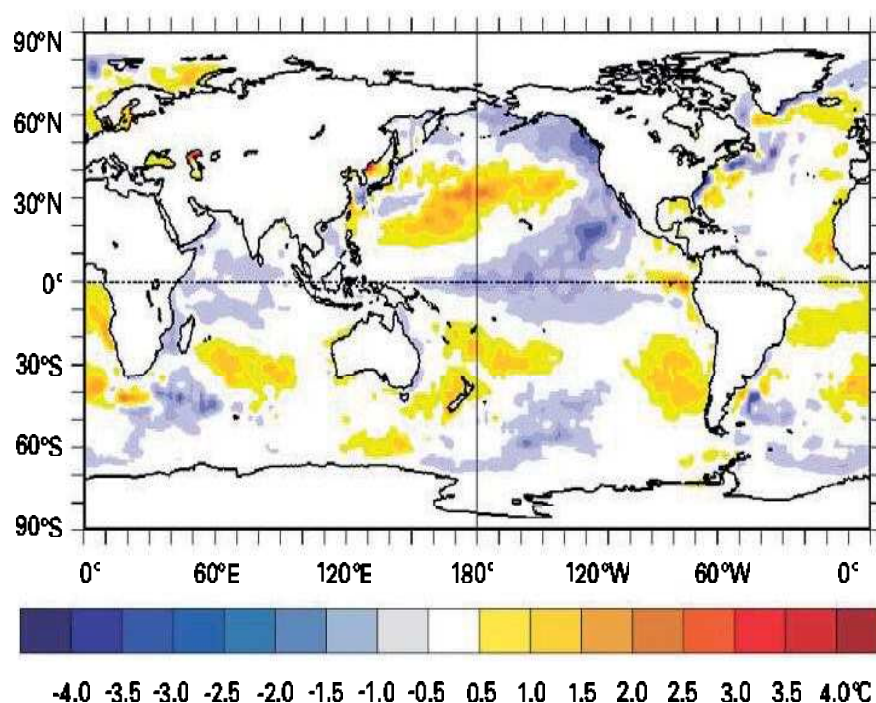


Рисунок 1 – Аномалии глобальной температуры поверхности моря в конце апреля 2008 г. Температура экваториальной части Тихого океана ниже нормы, что свидетельствует об ослаблении явления Ла-Нинья

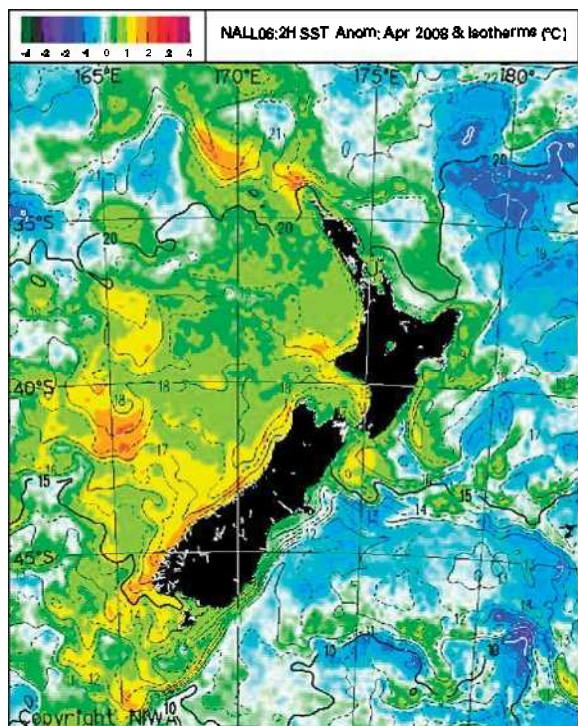


Рисунок 2 – Аномалии температуры поверхности моря в районе Новой Зеландии в конце апреля 2008 г.

существо, опирается на регулярные контакты между климатологами и океанографами Центра (филиалы НИВАИ в Веллингтоне и Окленде) и гидрологами (филиал НИВАИ в Кристчерче). На протяжении девяти лет регулярных ежемесячных контактов достигнуто более глубокое взаимопонимание между представителями двух областей

науки. В то же время метеорологи, океанографы и гидрологи расширили свои возможности в области оперативного прогнозирования (с заблаговременностью до шести дней). В 2001 г. сезонные прогнозы почвенной влаги и речного стока, составляемые в Центре, которые ранее сводились к характеристике «выше нормы», «в пределах нормы»

или «ниже нормы» для конкретного времени года, превратились в количественные «вероятностные» прогнозы – прогнозирование «терционных» вероятностей уровней почвенной влаги за три месяца и среднего речного стока в верхней, средней и нижней трети их распределения (рис.5).

Оценивалась точность вероятностных прогнозов речного стока. Уровень оправдываемости прогнозов стока выше «климатологического» (при нулевом прогнозе каждая третья получает 33-процентную вероятность). Рассматривались отклонения в прогнозах стока. Прогнозы стока в пределах и ниже нормы превалировали над прогнозами стока выше нормы. Отклонения были связаны с трудностью сезонного прогнозирования экстремальных циклонов, вызывающих речные паводки.

Надежные данные речного стока в режиме, близком к реальному времени, можно представить как индикаторы экстремальных ситуаций, таких как продолжительная засуха или паводок (рис.6). Знание состояния речного стока полезно, поскольку оно является начальным условием для составления месячного и сезонного прогнозов, а также для прогнозирования стока с меньшей заблаговременностью (до четырех дней).

Полезность климатической информации для специалистов в области управления водными ресурсами и инженеров

В 2006 г. в штаб-квартире ВМО состоялось совещание экспертов, на котором рассматривались потребности сообщества по управлению водными ресурсами и их планированию в климатической информации. Цель совещания состояла в том, чтобы обеспечить возможность для диалога между специалистами по управлению водными ресурсами и климатологами и рассмотреть

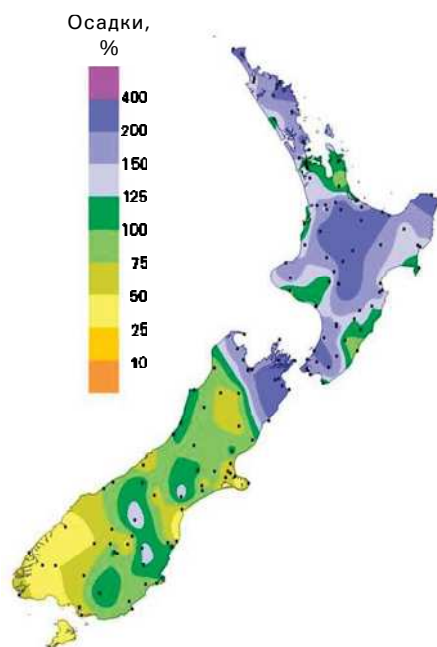


Рисунок 3 – Осадки в Новой Зеландии в апреле 2008 г. в процентах к норме осадков в апреле (точками обозначены климатические станции)

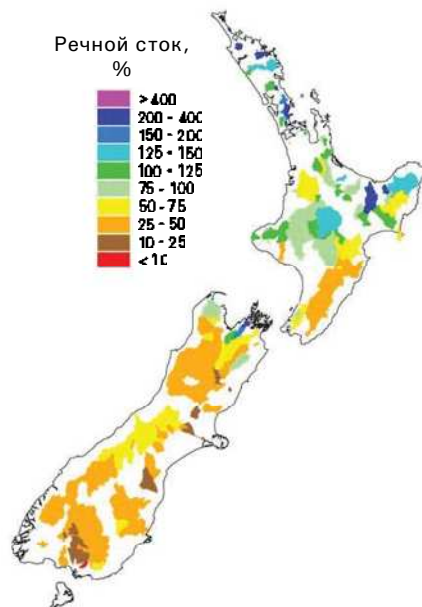


Рисунок 4 – Средний речной сток в Новой Зеландии в апреле 2008 г. в процентах к нормальному стоку в апреле для водосборов со станциями измерения речного стока

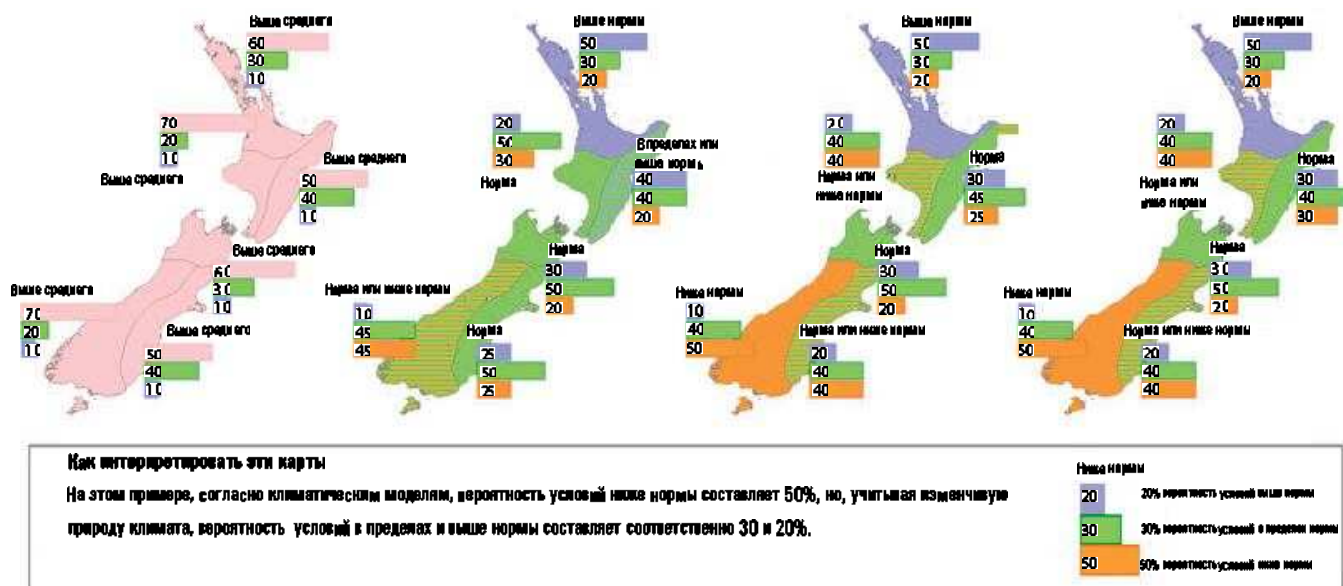


Рисунок 5 – Терционные вероятностные прогнозы (слева направо) температуры воздуха, осадков, почвенной влаги и речного стока для шести районов Новой Зеландии, май–июнь 2008 г.

проект концепции для упрощения и расширения использования климатической информации в области управления водными ресурсами, а также ее использования в области планирования водных ресурсов и других операциях. На совещании сделан ряд следующих выводов, которые будут способствовать взаимодействию между сообществами, связанными с управлением водными ресурсами и подготовкой климатической информации:

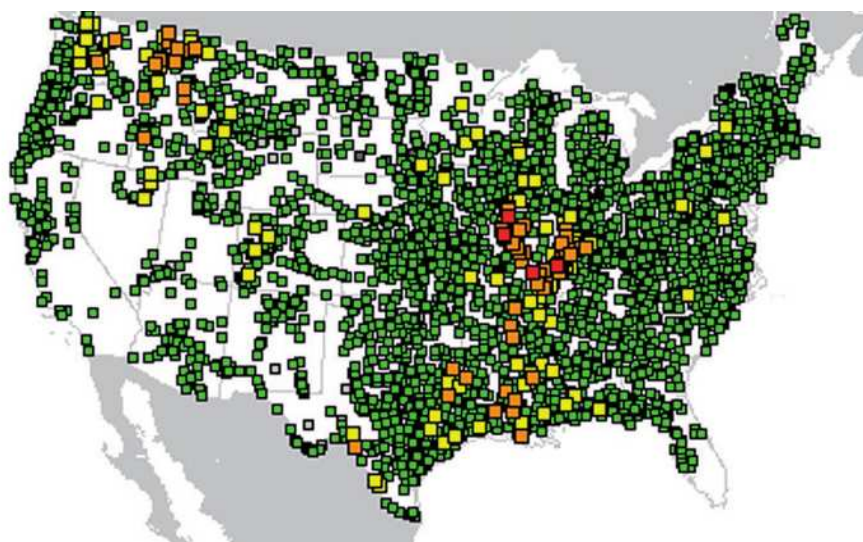
- Специалисты по управлению водными ресурсами и провайдеры климатической информации будут получать взаимную выгоду от сотрудничества; другими словами, более эффективного планирования и управления водными ресурсами можно добиться в контексте комплексного управления водными ресурсами;
- Климатическая информация имеет большую потенциальную ценность, однако пока еще имеются значительные прогностические неопределенности относительно типов количественной информации, которые традиционно используют специалисты по управлению водными ресурсами. Необходима дальнейшая работа

для повышения надежности прогнозов на основе климатических моделей во всех временных масштабах;

- Наилучшие перспективы касаются сезонных климатических ориентировочных прогнозов, поскольку специалистам по управлению водными ресурсами легче усваивать этот тип информации;
- Возможности должны основываться на временном сотрудничестве, т.е. на использовании климатической информации разных временных масштабов (долгосрочные прогнозы погоды, сезонные ориентировочные прогнозы климата, межгодовые изменчивость и изменение климата) в сочетании с оперативными, тактическими и стратегическими функциями управления;
- Определены приоритетные области необходимых инвестиций в климатические исследования, которые сосредоточены на потребностях в информации, касающейся управления водными ресурсами;
- Рассмотрены вопросы, касающиеся научной основы для подтверждения прогностических способностей климатических моделей и их использования в области управления водными ресурсами;

- Специалисты по управлению водными ресурсами нерегулярно пользуются климатическими прогнозами. Отсутствует согласованная концептуальная основа для использования климатических прогнозов или сценариев;
- Климатическому сообществу крайне необходимо представить в количественной форме неопределенности климатических прогнозов, а специалистам по управлению водными ресурсами – исследовать возможности более регулярного использования вероятностной климатической продукции;
- Разработан проект концепции и плана упрощения использования соответствующей климатической информации специалистами по управлению водными ресурсами, особенно в развивающихся странах.

Кроме того, совещание внесло вклад в концепцию опытных проектов НГС, касающихся изменения климата. Исходя из этой концепции в Мексике и Египте инициированы два опытных проекта. На основе полученного опыта ясно, что ВМО, сотрудничая с климатическими и гидрологическими сообществами, находится в уникальном положении,



3 796 – общее количество ВП

149 затопленных районов

■ 273 ВП: наблюдения спустя 24 часа

■ 15 ВП: в нерабочем состоянии

■ 13 ВП: сильное затопление

■ 46 ВП: умеренное затопление

■ 90 ВП: слабое затопление

■ 96 ВП: близко к стадии затопления

■ 3 263 ВП: затопление отсутствует

Дата последнего обновления карты: суббота, 7 июня 2008 г. в 19:33:43 по восточному поясному времени

Рисунок 6 – Состояние паводков по данным водомерных постов (ВП) США (на 7 июня 2008 г.)

(Данные любезно предоставлены НУОА и ГС США)

позволяющем оказывать необходимую поддержку деятельности многих заинтересованных сторон под общим руководством Комиссии по гидрологии при содействии Комиссии по климатологии. Обе комиссии имеют большие возможности предоставлять консультации экспертов, поскольку в их состав входят эксперты стран-членов ВМО.

Инженеры и большинство агентств, занимающихся управлением водных ресурсов, недостаточно активно пользуются прогнозами из-за высоких погрешностей. Именно инженеры несут ответственность за планирование и разработку водных проектов, а не гидрологи, климатологи или метеорологи. Последние статьи (Welles et al., 2007), в которых проверялись прогностические способности гидрологических прогнозов в коротких временных масштабах, показали наличие больших погрешностей (неопределенностей). Это основная причина того, почему специалисты по управлению водными ресурсами и инженеры, принимающие решения по проекту и учитывающие последствия, не могут полностью доверять

прогнозам в разных временных масштабах, которые получают на основе климатических и гидрологических моделей.

Будущие исследования

Разрабатывается ряд гидрологических средств моделирования (например, Sorooshian et al., 2005), позволяющих более точно моделировать гидрологические процессы в соответствующем диапазоне пространственно-временных масштабов. Одновременно с ними разрабатываются глобальные/региональные/мезомасштабные климатические модели. Связи между климатическими и гидрологическими моделями могут облегчить получение физически и научно обоснованной краткосрочной и среднесрочной климатической и гидрологической информации и прогнозов, представляющих практическую пользу для специалистов по управлению водными ресурсами. Идентичные физически обоснованные климатические модели в настоящее время используются во временных масштабах от

краткосрочного прогнозирования погоды до моделирования изменения климата в вековом масштабе. Аналогично этому физически обоснованные гидрологические модели (Bandaragoda et al., 2004), связанные с климатическими моделями, испытываются для прогнозирования с разной заблаговременностью. Такие многомодельные ансамбли и методы «даунскейлинга» могут повысить точность прогнозов и уменьшить существующие большие погрешности в ближайшие 25 лет.

Выражение признательности

Выражаем благодарность коллегам и сотрудникам ВМО, посетившим семинар ВМО-2006 по использованию климатической информации специалистами в области управления водными ресурсами, особенно Хэрри Линсу, Юджину Стахиву и Вольфгангу Грабсу, за полезные идеи и их обсуждение. Коллег из Национального климатического центра НИВАИ благодарим за предоставленные рисунки 1–5. Также выражаем признательность Авинашу Тяги, Габриэлю Ардуино, Мохамеду Тофику и Рупа Кумар Колли из Департамента климата и водных ресурсов ВМО за проявленный интерес.

Литература

- BANDARAGODA, C., D.G. TARBOTON and R.A. WOODS, 2004: Application of TOPNET in the Distributed Model Intercomparison Project. *Journal of Hydrology* 298(1–4): 178–201.
- 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.
- WELLES E., S. SOROOSHIAN, G. CARTER and B. OLSEN, 2007: Hydrologic verification: A call for action and collaboration. *Bulletin of the American Meteorological Society* 88(4), 503–511.

Новые проблемы в области управления водными ресурсами: будущая роль Комиссии по гидрологии (КГи)

Брюс Стюарт*

Карл Хофиус в своей статье «Эволюционирующая роль ВМО в области гидрологии и управления водными ресурсами», опубликованной в этом номере Бюллетеня, умело описывает эволюцию Программы по гидрологии и водным ресурсам в ВМО за последние 50 лет. За это время оперативная гидрология стала частью деятельности ВМО, что подтверждается девизом ВМО «Погода, климат и вода». Вопросы, которые мне задают в последнее время, таковы: «Куда двигаться дальше?» и «Каковы проблемы на ближайшие 50 лет?»

Первое, что надо сделать, чтобы решить стоящие перед нами задачи, – определить ключевые проблемы, которые должны решать менеджеры в области водных ресурсов с учетом эволюции этих проблем с течением времени. Например, г-н Хофиус в конце своей статьи вполне обоснованно подчеркивает важность гидрологии при обсуждении проблемы изменения климата.

В настоящее время ключевые проблемы сводятся к следующему:

- Изменение климата: хотя мы постоянно убеждаемся в изменчивости климата, большинство исследований, анализов и методов управления основывалось на стационарности гидрологичес-

кого ряда, т.е. хотя возможны флуктуации, среднее значение остается примерно таким же. В настоящее время увеличивается объем данных о трендах в гидрологических рядах. Многие регионы сталкиваются с проблемой засушливого и теплеющего климата и, следовательно, потенциального уменьшения водных ресурсов.

- Повышение уязвимости к неблагоприятным метеорологическим явлениям: в Техническом документе МГЭИК об изменении климата и водных ресурсах подчеркивается возможность повышения частоты и суровости метеорологических явлений. С увеличением численности населения, проживающего в опасных районах, первоочередной проблемой будет обеспечение безопасности жизни и имущества.
- Растущие потребности городов: городское население продолжает расти и продолжает увеличиваться площадь городов, увеличивая тем самым нагрузку на системы водоснабжения и уменьшая площадь пахотных земель, а в некоторых случаях увеличивая нагрузку на водосборные бассейны.
- Превышение объема подачи воды в водопроводных системах: вода во многих водопроводных системах подается с учетом ее объема в предыдущий период или существующей потреб-

ности, что не соответствует ее наличию в текущий момент или в будущем; таким образом, во многих системах объем подачи превышает.

- Неограниченный забор воды: во многих районах отсутствуют планы или ограничения на забор воды (например, забор речных и грунтовых вод). Это привело к уменьшению объема воды. Распространение плотин на фермах в некоторых районах также способствовало уменьшению объема воды, поступающей в речные системы.
- Изменение землепользования: очистительная рубка леса, расширение плантаций и открытие новых площадей для сельского хозяйства – все это оказывает влияние на водные ресурсы; непреднамеренные события, например, разрушительные лесные пожары могут сократить водообеспеченность и вызвать проблемы, связанные с качеством воды. Изменение землепользования даже в пределах сельскохозяйственных районов отражается как на водообеспеченности, так и на водопользовании.

С этими областями связана деятельность и ответственность национальных гидрометеорологических служб (НГМС). Задача НГМС состоит в том, чтобы обеспечить надежную, объективную и своевременную информацию, необходимую для понимания

* Президент Комиссии по гидрологии (КГи).



Все больше внимания уделяется стокам для сохранения таких экосистем, как заболоченные земли. В будущем мы должны рассматривать окружающую среду как полноправного и приоритетного пользователя воды.

водных ресурсов района, подведомственного данной НГМС, включая:

- сведение к минимуму числа жертв и потери имущества в результате стихийных бедствий, связанных с водой, таких, как наводнения, засухи и перемещение суши;
- эффективное управление ресурсами грунтовых и поверхностных вод для использования в быту, сельском хозяйстве, торговле, промышленности, экологии и в сфере развлечений;
- защита и увеличение водных ресурсов для обеспечения здоровья человека и качества окружающей среды;
- поддержка физического и экономического развития ресурсов района на благо современного и грядущего поколений.

Чтобы НГМС должным образом реагировали на эти побудительные мотивы, они должны создать программы, которые позволили бы эффективно управлять ресурсами с экологической и экономической точек зрения. Поэтому главными задачами в будущем будет усовершенствование информации о водных ресурсах, а также средств и методов управления ими с учетом изменения климата.

При определении этих задач мне бы хотелось сосредоточиться на четырех основных областях, которые позволяют сквозной системе предоставлять гидрологические услуги, в частности наблюдения (включая измерение, передачу и прием), мониторинг, анализ и оценку (включая моделирование), продукцию и услуги (включая их доставку) и вспомогательные исследования (включая исследования безоблачного неба).

Наблюдения

Потребность в информации о воде никогда не была настолько высока, как сегодня, и полагаю, что в будущем она будет еще выше. Поговорка «Нельзя управлять тем, что невозможно измерить» не теряет своего смысла в будущем, в котором ресурсы будут более ограниченными.

Однако сбор высококачественной гидрологической информации трудоемок и дорогостоящ. Несмотря на значительные успехи в области записи информации (регистраторы данных) и передачи информации (по телефону и с помощью спутниковой телеметрии), отмечается слабый прогресс в облас-

ти усовершенствования измерения руслового речного стока.

Наибольшим успехом, возможно, является разработка акустических доплеровских профилографов течений (АДПТ). АДПТ используется для измерения скорости движения воды по водяному столбу. АДПТ, закрепленный якорем на дне моря, может измерять скорость течения не только на дне, но и на равных интервалах по всей глубине до поверхности моря. Прибор можно также закрепить горизонтально на плотинах или мостовых сваях на реках и каналах для измерения профиля течения от одного берега до другого и до дна лодки или поплавка для измерения постоянного течения по мере движения лодки. В районах очень большой глубины приборы опускаются с поверхности с помощью кабеля.

Значительные усовершенствования в области коммуникации и управления базами данных отмечены в прошлом и продолжают осуществляться в будущем. Так что можно ожидать, что многие методы приема и усвоения данных и другие аналитические методы, используемые в метеорологии, будут применяться и в гидрологии, особенно с учетом того, что предполагается выполнять совместное моделирование.

Однако в последнее время не наблюдается активной работы в области взаимного сравнения различных приборов, методов измерений и механизмов доставки и хранения данных, и слабо ведется работа по обучению использованию приборов. Первостепенные задачи на будущее можно сформулировать следующим образом:

- Разработка приборов и методов измерения, которые позволят повысить точность информации о водных ресурсах.
- Обеспечение соответствия методов измерения требуемым стандартам.
- Обеспечение сбора, хранения и оперативной передачи соответствующих метаданных.

- Усовершенствование доступа к информации о речном русловом стоке в реальном времени и к другой информации об этом ресурсе и его использовании.
- Использование спутниковых методов измерения, предоставляя при этом информацию об их точности и надежности.
- Определение согласованного на международном уровне стандартного формата обмена гидрологической информацией посредством разработки и оценки концептуальной модели информации о водных ресурсах.

ВМО играет лидирующую роль в этой области и, учитывая новые соглашения с Международной организацией по стандартизации, должна и дальше предоставлять консультации и проводить вспомогательные оценки (такие, как взаимные сравнения) в рамках Структуры управления качеством – гидрология. В будущем важным моментом будет стандартизация данных на национальном, региональном и международном уровнях, а также осведомленность об ограничениях и неопределенностях. Следует также продолжать оказывать помощь менее развитым странам посредством таких инициатив, как Всемирная система наблюдений за гидрологическим циклом (ВСНГЦ).

Мониторинг, анализ и оценка

Контроль информации является первой ступенькой на лестнице оценки данных. Для того чтобы данные достигли наивысшего потенциала, они должны пройти анализ и использоваться в разработке гидрологической информационной продукции и услуг, которые позволят усовершенствовать развитие и управление ресурсом.

Руководство ВМО по гидрологической практике содержит сведения о научной основе гидрологического

моделирования, которая создает базу для оценки водных ресурсов и гидрологического прогнозирования.

Задачи на будущее в этой области состоят в разработке методов анализа и моделирования, которые обеспечат единый подход к управлению ресурсами. Расширение возможностей моделирования тесно связано с достижениями в области расширения возможностей компьютеров. Модели обычно разрабатываются на основе научных исследований и изучения физических свойств движения воды по ландшафту. В последние годы возможности моделирования расширились с точки зрения большей интеграции между элементами гидрологического цикла и более тесной взаимосвязи между разработчиками метеорологических и гидрологических моделей. Конкретными примерами служат радиолокационные и спутниковые оценки дождевых осадков, входные данные численного прогноза погоды в гидрологические модели и усовершенствованная информация о сезонном ориентировочном прогнозе климата, включенная в гидрологические прогностические системы.

Кроме того, достигнуты значительные успехи в области пространственного моделирования информации и продукции с использованием технологии географических информационных систем (ГИС). Гидрологи используют технологию ГИС для интеграции различных данных в одну управляемую систему. Например, комплект инструментов в Arc Hydro облегчает создание, манипуляцию и отображение гидрологических характеристик и объектов в среде ArcGIS. Задача состоит в том, чтобы обеспечить реалистичность моделей и возможность их применения на практике.

Следует постоянно помнить, что качество результатов и продуктов моделирования пока еще будет в значительной степени зависеть от качества гидрологической информации, полученной в естественных условиях.

ВМО может помочь в реализации этих задач, осуществляя техническое руководство и обеспечивая доступ к новейшим технологиям, повышая их доступность и совершенствуя вспомогательную документацию. Полезным вкладом будут также консультации относительно использования и пригодности новых методов для районов, страдающих от дефицита данных.

Продукция и услуги

По мере движения вперед станет все более важной тесная взаимосвязь между существующими структурами наблюдений, анализа и исследований и конкретными пользователями услуг и продукции, предоставляемых НГМС в виде оценок доступности водных ресурсов, проектно-конструкторской информации



Департамент водных ресурсов штата Калифорния, США

Мониторинг водных ресурсов: наблюдение является первой ступенькой на лестнице оценки данных.

для гидротехнических сооружений, средств мониторинга и управления, прогнозов паводков и стока и предупреждений о наводнениях. Поэтому большой интерес у НГМС вызывает использование новых коммуникационных механизмов, службы коротких сообщений (СКС) и Интернета, а также будущие разработки в этих областях. Эти тесные взаимосвязи будут важным механизмом как для проектирования, так и для разработки новых более качественных средств обеспечения информацией об ограничениях и неопределенности, а также о возможных усовершенствованиях и полученной выгоде.

Приведем два примера: обеспечение гидрологической информацией в виде оценок доступности воды и прогнозы уровня паводков. Наличие Интернета и представление информации на Web-сайте привели к большим изменениям в способе оценки информации и обеспечили своевременность предоставления информации. В настоящее время гидрологическая информация передается в реальном времени (в графическом и табличном формате) и обычным делом является получение исторической информации через Интернет. Кроме того, через Интернет можно получить гидрологические отчеты и материалы изучения конкретного случая. Будущие достижения позволят повысить качество и доступность этой информации и усовершенствовать ее представление. Например, предоставление карт подъема воды при паводках, как часть процесса прогнозирования и предупреждения о паводках позволит группам скорой помощи действовать более эффективно и планировать ответные действия на основе более точной информации.

На основе вышесказанного можно с уверенностью утверждать, что основной задачей в будущем является разработка моделей и методов, позволяющих предоставлять продукцию и услуги в поддержку управления водными ресурсами в условиях

изменяющейся окружающей среды. Изменение климата и рост численности населения и впредь будут способствовать появлению новых и более усовершенствованных услуг и продукции. В соответствии с этим Комиссия по гидрологии предложила сотрудничество с Комиссией по климатологии, которое сосредоточится на следующих областях:

- Завершение идентификации станций, чувствительных к климату, и анализ их данных (включая получение данных (при содействии Глобального центра данных по стоку) и выполнение исследований по обнаружению тренда).
- Подготовка руководящего материала по прогнозированию сезонного стока (в рамках темы гидрологического прогнозирования и уменьшения опасности гидрологических бедствий).
- Подготовка руководящего материала по потенциальному использованию современных возможностей моделирования регионального климата для оценки и управления водными ресурсами.
- Подготовка руководящего материала относительно потребности в климатической информации лиц, занятых в области управления водными ресурсами, для использования в долгосрочном

планировании и проектных работах.

- Подготовка руководящего материала по прогнозам и индексам засухи, включая количественное выражение неопределенностей.

Исследования

Исследования и разработки для предоставления гидрологической продукции и услуг можно разделить на следующие четыре категории:

- Гидрологические информационные системы: деятельность сосредоточена на разработке системной архитектуры для гидрологической информации, которая может развиваться при изменении источников данных, сфер применения и технологии.
- Информационная продукция: деятельность включает разработку методологий, моделей данных и методов создания и поддержки фундаментальной гидрологической информационной продукции в поддержку управления, прогнозирования, оценки и учета гидрологической информации.
- Учет и оценка водных ресурсов: разработка пространственно-временной информации о распределении и использовании



Рост численности населения и изменение климата являются основными побудительными мотивами для появления новых усовершенствованных гидрологических услуг и продукции, а также для устойчивого управления водными ресурсами.

водных ресурсов. Эта информация будет использоваться для разработки водного баланса, оценки водных ресурсов, учета национальных водных ресурсов и взаимодействия компонентов гидрологического цикла в разных масштабах.

- Гидрологические прогнозы и предсказания: расширение услуг гидрологических прогнозов от краткосрочного прогнозирования паводков до непрерывного прогнозирования стока, подъема воды и потребности в воде с заблаговременностью до нескольких дней, а также прогнозы наличия водных ресурсов с заблаговременностью от одного до нескольких сезонов.

Чтобы обеспечить эффективное управление водными ресурсами, важно понять и предсказать движение и наличие воды во всех компонентах гидрологического цикла, а также уметь моделировать воздействия различных ландшафтных изменений на распределение и наличие воды. Разработка имитационной модели системы Земля дает такую возможность посредством моделирования всей атмосферы Земли. С помощью такого моделирования можно предсказать наличие и распределение воды в пространственных масштабах от небольших водосборов и речных бассейнов до более крупных площадей, и во временных масштабах

от нескольких часов до нескольких недель и более. Выходные данные могут включать наличие воды (с точки зрения речного стока) в водохранилище для использования и распределения запасов воды, а также такие переменные, как почвенная влага – эти данные будут полезными при принятии решений во многих прикладных сферах сельского хозяйства, таких, как водоснабжение.

Сотрудничество между национальными метеорологическими и гидрологическими службами

Будущее гидрологических служб все больше будет связано с метеорологическими службами. Поэтому к другим областям, которые ВМО рассматривает в качестве будущей арены деятельности, относятся следующие:

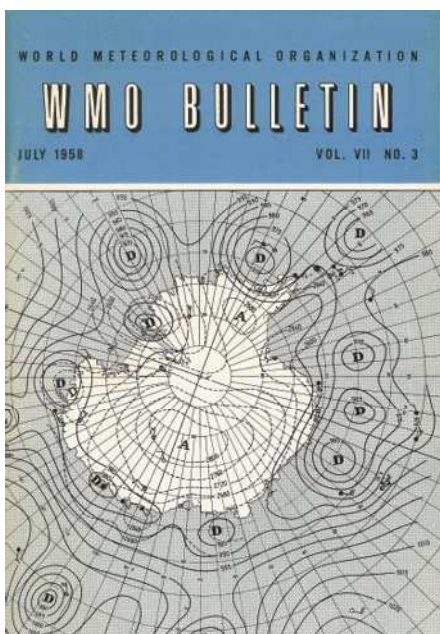
- Более точные и заблаговременные прогнозы погоды, особенно прогнозы осадков.
- Более точные сезонные ориентировочные прогнозы.
- Радиолокационные и спутниковые оценки дождевых осадков.
- Обеспечение комплексной продукции.

Под давлением таких факторов, как рост численности населения и изменение климата, национальные гидрологические службы (НГС) и впредь будут уделять большое внимание устойчивому управлению водными ресурсами. Поэтому будут охотно приняты любые средства, которые облегчат принятие решений и помогут НГС выполнять свою миссию. В этом отношении национальные метеорологические службы имеют все возможности для оказания помощи НГС, и поэтому продолжение сотрудничества между ними очень важно.

Литература

Intergovernmental Panel on Climate Change: Technical Paper on Climate Change and Water (in preparation)
<http://www.ipcc.ch/meetings/session28/doc13.pdf>

50 лет назад ...



Одним из самых захватывающих достижений Международного геофизического года (МГГ) явилось установление совместными усилиями 12 стран более 25 метеорологических станций на Антарктическом континенте... В результате синоптические карты погоды, выпуск которых осуществляется в настоящее время... без сомнения, являются наиболее детальными из всех, которые когда либо выпускались... Помимо своей непосредственной оперативной ценности они обеспечивают материал для ученых, пытающихся решить неразрешенные проблемы Антарктической метеорологии. Картинка на обложке представляет собой упрощенную версию синоптической карты для 06.00 СГВ 7 января 1958 г., предоставленную офисом Президента ВМО Андре Вю, оригинал которой был подготовлен на станции МакМурдо Саунд. Сплошные линии – изобары на уровне моря, а пунктирные линии – изогипсы давления на уровне 85 миллибар. С приближением МГГ к концу люди

интересуются, получат ли этот великолепный пример сотрудничества в Арктике продолжение.

Содержание*

В Бюллетене ВМО за июль 1958 г. содержатся материалы, касающиеся метеорологии и воздушных перевозок с использованием предназначенных для дальних перелетов гражданских газотурбинных воздушных судов, возникающих потребностей в развитии рек планеты, темы «ВМО и гидрология», метеорологии в Гане, наблюдаемых характеристик струйного течения и нового здания штаб-квартиры Немецкой метеорологической службы

ВМО и гидрология

... К членам ВМО была обращена просьба... высказаться по поводу предложения, возникшего в результате работы первой сессии Группы экспертов ВМО по развитию водных ресурсов о том, что Организации следует принять на себя обязанности в области гидрологии, аналогичные ее нынешним обязанностям в области метеорологии. Большинство ответивших стран-членов поддержали предложение, осуществление которого в полной мере, возможно, потребует внесения поправки в Конвенцию ВМО. Большая часть других стран-членов согласилась, что ВМО следует увеличить объем деятельности в области гидрологии, например, с помощью создания Технической комиссии по гидрологии...

... Чтобы Секретариат смог справиться с возросшей рабочей нагрузкой, Группа экспертов предложила создать подразделение по гидрологии с минимальным общим штатом из шести человек, наем которых будет осуществляться постепенно в течение третьего финансового периода (1960–1963 гг.) ... 15-процентный рост бюджета ВМО на основе максимальных расходов, санкционированных на второй финансовый период, обеспечит достаточную сумму для новых направлений деятельности в области гидрологии. ...

... [Десятая сессия Исполнительного Совета] в конечном итоге единогласно решила рекомендовать, чтобы будущая политика ВМО в дополнение к аспектам, попадающим в рамки общих для метеорологии и гидрологии интересов (осадки и испарение), приняла на себя обязательства за все другие аспекты гидрологии, связанные с метеорологическими факторами. Также было достигнуто общее согласие поддержать мнение о том, что на Третьем конгрессе следует учредить Техническую комиссию ВМО по гидрологии.

Возникающие потребности в развитии рек планеты

У национальных и международных организаций сформировался новый взгляд на возможности в развитии рек и потребности в этом.

Реки поверхности суши – от самых больших до самых маленьких – все больше рассматриваются с точки

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

зрения как их приспособленности для комплексного развития, так и необходимости в международном научном развитии для обеспечения их мудрого использования. ...

Этот новый взгляд на потенциальные возможности развития водных ресурсов является результатом сближения технологических, политических и экономических тенденций, наблюдаемых в настоящее время во многих частях мира.

Эти тенденции в свою очередь являются причиной появления особых потребностей, для удовлетворения которых необходима организация международных усилий в глобальном масштабе.

Концепция комплексного развития рек

Три направления мысли и действия играют главную роль в формировании этого нового взгляда на водные ресурсы. Первое направление связано с концепцией комплексного развития речного бассейна. Идея приведения в определенный порядок целого речного бассейна для его использования в различных целях, содействующих росту благосостояния людей, находит поддержку во многих странах. ... Такие комплексные программы, как правило, объединяют несколько элементов. Они предполагают сооружение многоцелевой плотины, с помощью которой накапливается вода для двух или более целей. Достижения в методах строительства бетонных сооружений, перемещения больших объемов земли, экономичной транспортировки электроэнергии на большие расстояния сделали реальным использование одного сооружения для производства электричества, регулирования паводков, поддержки судоходства и водоснабжения для коммунально-бытовых целей и орошения. Такие системы в сочетании с программами на суше и вспомогательными программами во многих местах не рассматриваются как самоцель, но как средства поддержки желаемых социальных изменений.

... Крупномасштабное применение методов комплексного развития рек началось не ранее 1930-х гг. Сегодня

в этом направлении предпринимается множество усилий ... количество таких проектов будет расти в ближайшие годы в ответ на социальные и экономические потребности частично из-за международных политических осложнений, а частично, несмотря на эти осложнения.

Мировой экономический рост

Второе направление мысли связано со стратегией регулирования водных ресурсов в контексте мирового экономического роста. Быстрый и гигантский рост населения в мире в сочетании с низким уровнем жизни во многих регионах содействует проявлению живого интереса к средствам, с помощью которых можно стимулировать процесс экономического развития и связанных с ним социальных изменений. Системы речных бассейнов с энтузиазмом рассматриваются в качестве объектов для возможного вложения средств во многих регионах. Было бы ошибкой рассматривать все предлагаемые водохозяйственные проекты как непременно обоснованные или своевременные для помощи слаборазвитым странам в ускорении темпов их экономического роста. Некоторым чрезмерно дорогостоящим проектам может не хватать социальной обоснованности. Крупные капитальные затраты на строительство плотин и каналов могут быть целесообразными на какой-то стадии развития страны и нецелесообразными на другой, более ранней стадии.

... Вероятно, крупномасштабное планирование и строительство водохозяйственных объектов будет приведено в надлежащий порядок в ближайшие десятилетия. Давление с целью получения с помощью орошения новых сельскохозяйственных земель и использования новых источников энергии будет большим. Даже при оптимистичных оценках распространения ядерных установок для получения энергии и улучшенных практик земледелия потребуются много программ в области водных ресурсов. Растущая урбанизация населения, которая в Азии и Африке идет быстрее, чем в Европе, предъявляет более жесткие требования к рекам с целью получения воды для

промышленных целей, а также отягощает их загрязняющими отходами.

Развитие речных бассейнов уникальным образом управляет интересами способных творчески мыслить людей по всему миру, являясь символом эффективного использования водных и наземных ресурсов. Кажется, особенно это распространено в менее развитых регионах ... Экономически привлекательное развитие рек может потребовать сотен миллиардов долларов инвестиций в следующие 40–50 лет. Такие затраты не кажутся несоразмерными, учитывая возможную экономическую эффективность инвестиций.

Международные бассейны

Третье направление мысли связано с политическими условиями, в которых может происходить такое крупномасштабное развитие рек, ... большая доля рек в мире являются международными. На самом деле, большинство крупных рек протекают по территории более, чем одной страны. Всего международных рек более 125. Во многих местах международный характер этих рек стал препятствием для их комплексного развития. Проще достичь соглашения относительно судоходства по реке, чем относительно новых схем распределения водных ресурсов и их регулирования. Несколько международных рек являются в настоящее время предметом острых противоречий. Другие также будут предметом споров, если не будут приняты эффективные меры по замене взаимных упреков конструктивным сотрудничеством. Независимо от международного характера водосборных бассейнов, вероятно, международные действия будут необходимы во многих направлениях, чтобы предотвратить напрасную трату времени, задержки и трения в развитии новых тенденций.

Необходимые направления действий

Имеется настоятельная необходимость в концентрации интересов как правительств, так и специализированных организаций на методах, процедурах и стандартах для иссле-

дований, которые оказывают влияние на форму и результаты развития рек. Значительно больше внимания следует уделить, например, средствам оценки водных ресурсов, как поверхностных, так и грунтовых, и оценке потребностей в перспективе. Очевидно, многие страны и специализированные организации работают над разными аспектами этих проблем. В целом темп научных исследований в области водных ресурсов и обмен их результатами следует ускорить, если планируется сделать крупные новые программы максимально эффективными.

Совершенствование основного обслуживания в области гидрологии

Область гидрологии особенно испытывает недостаток согласованного внимания. Несмотря на то, что метеорологические аспекты этой области охвачены ВМО, гидрология является своего рода никому не принадлежащей территорией, на которую многие национальные и некоторые международные организации отваживаются вступать без четкого определения обязанностей. Сегодня очевидно, что ряд задач, затрагивающих гидрологию и гидрологические данные, надо решать в международном масштабе для обеспечения основы будущего развития рек.

Гидрологические приборы и методы работ должны быть стандартизованы, чтобы обеспечить возможность проведения сопоставимых наблюдений за расходом рек, запасами влаги, качеством воды и аналогичными параметрами. Для международных бассейнов это крайне необходимо. Публикация данных также должна быть стандартизована. Следует поддерживать значительно больший объем систематической работы по регистрации основных измерений. В некоторых крупных бассейнах, к

сожалению, наблюдения редкие и нерегулярные.

Не хватает не только международных сетей наблюдения, имеется всего лишь несколько примеров хорошо поставленного прогнозирования изменения гидрологического режима рек. Это также следует развивать в международных бассейнах.

Однако неправильно, если при расширении программ гидрологического обслуживания акцент будет сделан исключительно на сетях наблюдений и сборе данных. Не менее важно иметь достаточно подготовленный персонал, чтобы разобраться в том, как лучше использовать скудные данные.

Во многих местах непрактично ждать пока появятся 20-летние ряды данных, прежде чем начинать новые инженерные работы. Сконцентрированный творческий анализ может быть более плодотворным, чем большие затраты на заурядный сбор данных.

Некоторые аспекты гидрологического цикла недостаточно хорошо изучены. Движение воды через насыщенные влагой пласты требует дальнейшего изучения ... знания, которые уже имеются в наличии, позволяют на приемлемом уровне оценивать некоторые критические гидрологические характеристики там, где долгосрочные ряды данных отсутствуют. Таким образом, методы прогнозирования изменения гидрологического режима рек, которые имеют жизненно важное значение для систем водохранилищных плотин и регулирования судоходства, быстро развиваются. Один из ограничивающих факторов в проектировании плотин и водосливов связан с частотой или максимально возможным объемом паводкового стока, вызванного интенсивными осадками. Соответствующую оценку можно сделать на основании аэрологических наблюдений. Объем

стока в водосборном бассейне с учетом испарения и транспирации с поверхности почвы является еще одним важным фактором для проектирования водохозяйственных сооружений. В этом случае анализ водного баланса может предложить пути определения этого объема на основании данных о температуре и количестве осадков без использования длинных рядов измерений расходов воды в реках.

...Эти и другие аналитические методы необходимо широко тестировать, применять и совершенствовать, если предполагается, что они будут использоваться для проектирования и работы новых водохозяйственных сооружений. Некоторые методы и оценки находят широкое применение в бассейнах, расположенных как в сухих, так и во влажных районах. В некоторых случаях желательно было бы сравнить результаты, полученные в далеко отстоящих друг от друга областях, таких, как влажные тропические горные районы с одинаковыми гидрологическими условиями. В любом случае международное сотрудничество в глобальном масштабе кажется вполне естественным.

Текущие инвестиции в новые программы развития рек и перспективы их распространения в других регионах обеспечивают вероятность того, что в следующие десятилетия будет осуществляться непрерывная деятельность в рамках процесса внесения временных и пространственных изменений в отношении водных ресурсов на поверхности суши. Разумное и безопасное проектирование и работа плотин и водохозяйственных сооружений для поддержки роста социального уровня не в последнюю очередь зависит от шагов, которые будут предприниматься в ближайшие годы для улучшения основного обслуживания в гидрологии.

Жильберт Ф. Уайт

Книжное обозрение

Книжное обозрение



Medium-Range Weather Prediction—The European Approach
(Среднесрочный прогноз погоды – европейский подход)

Austin Woods. European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF). Springer (2005). ISBN 0-387-26928-2. xvi + 270 pp. Цена: 77 фунтов стерлингов/119,95 долларов США.

Компьютеры и кофе-брейки – история ЕЦСПП

Когда в 2005 г. Европейский центр среднесрочных прогнозов погоды отметил свое тридцатилетие, одному из бывших сотрудников, Остину Вудсу, поручили написать его историю. Вудс прекрасно подходил для выполнения этой задачи; он пришел в Центр в 1978 г., а с 1984 г. работал секретарем Совета. Однако изложение современной истории, даже касающейся успешных проектов, может быть достаточно трудоемким. Первый директор Центра – Аксель Виин-Нильсен – считал, что эту идею можно воплотить в жизнь лишь после того, как «люди, достойные упоминания, уйдут в мир иной». К счастью, Вудс не последовал его совету, результатом чего явилась его книга «Среднесрочный прогноз погоды – европейский подход». В

предисловии Вудс утверждает, что его книга не является официальной историей Центра, а отражает его личные мысли, воспоминания и идеи.

Вудс прослеживает историю европейского сотрудничества в области метеорологии, начиная с создания школы Вильгельма Бьеркнеса в Бергене в 1920-х годах. Именно один из ее членов – Карл-Густав Россби – отметил в 1951 г., что «связи между метеорологами юга и севера Европы не настолько тесны, как хотелось бы». Его попытка создать Европейский метеорологический центр не увенчалась успехом, однако в конце концов в Стокгольме был создан Международный метеорологический институт. Он рассматривался в качестве модели, когда в конце 1960-х годов обсуждалась идея создания Европейского метеорологического центра. В то же время метеорологи Западной Европы, желающие работать с европейскими коллегами, предпочитали делать это, посещая США или СССР. Однако новый центр не должен был стать ни организацией университетского типа, ни бюро оперативных прогнозов погоды.

Первоначально весьма важной была практическая помощь Джо Смагорински и Кикуро Миякода из Лаборатории геофизической гидродинамики (ЛГГД) в Принстоне, любезно предоставивших свою модель и программное обеспечение. Когда Тони Холлингсворт посетил ЛГГД в 1975 г., Миякода сказал ему, что инициатива создания ЕЦСПП чрезвычайно важна для будущего не только ЛГГД, но и численного прогнозирования погоды.

Если эта затея удастся, откроются двери для будущего развития метеорологии. Если же она провалится, эти двери будут закрыты.

В ЕЦСПП не только толерантно относятся к разным мнениям, но и приветствуют их, что создает атмосферу «энергии, страсти и плюрализма» или, по выражению Вудса, «креативного напряжения». Ресторан Центра всегда играл важную роль в развитии науки. Ученый, столкнувшийся с трудностями и пребывающий в связи с этим в унынии, мог поделиться своей проблемой за обедом или чашкой кофе и часто получал новые идеи или подходы к проблеме. Вначале численность персонала составляла около 150 человек, а к 2005 г. увеличилась до 230 (включая консультантов).

Важную роль играет связь между исследованием и выполнением. Усовершенствования прогнозов поступают из всех частей системы, но часто поэтапно. Некоторые характеристики модели часто ухудшались из-за компенсационных ошибок после усовершенствования какой-то части модели. Новые версии модели часто запускались, не зная, будут ли они работать лучше. Такое «боевое крещение» соответствовало утверждению Фреда Бушби о том, что новая модель не должна ухудшить прогноз, зато обеспечит потенциальную возможность будущего развития.

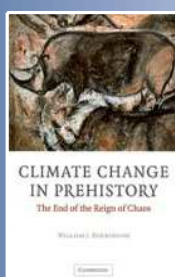
Обмен между учеными стран-членов и Центра, как отмечает Вудс, явился ключевым фактором в его развитии. Применение сопряженной модели в четырехмерном вариационном анализе, что позволяет использо-

вать необработанные спутниковые данные об излучении, было осуществлено во Франции (хотя идею выдвинул русский ученый Контарев во время пребывания в ЕЦСПП в 1979–1980 гг.). Современная лидирующая роль Центра в области анализа является результатом длинного пути и преодоления сопротивления некоторых стран-членов, считавших, что Центр не должен разрабатывать свою собственную систему анализа, а лишь получать суточные анализы из других метеорологических центров.

Несколько удивляет то, что, как сообщает нам Вудс, ЕЦСПП лишь в 1986 г. принял решение о том, что «среднесрочный» означает прогнозы «с заблаговременностью свыше нескольких суток»; в этот период «начальные условия» были все еще «чрезвычайно важны». Предполагалось, что это определение исключит возможности сезонного прогнозирования, что в некоторых кругах вызывало противоречивые мнения. Они считали рискованным заставлять Центр отклоняться от своей политики «одной задачи». Когда сезонное прогнозирование все же появилось в 1998 г., утверждения о том, что температура поверхности моря является «начальными условиями» вызывали большие сомнения.

Некоторые мои бывшие коллеги по ЕЦСПП все еще с нетерпением ждут выхода в свет истории Центра. Я бы предложил им написать собственные воспоминания. Как утверждает в своем предисловии Антон Элиассен, те, кто был связан с этой успешной европейской организацией, гордятся этим. К счастью, большинство из них пока еще живы, и книга Вудса послужит хорошим стартом для написания их воспоминаний.

Андерс Персон
Anders.Persson@smhi.se



**Climate Change in Prehistory
The End of the Reign of Chaos
(Изменение климата в доисторическую эпоху. Конец царства хаоса)**

William J. Burroughs.
Cambridge University Press
(2005).
ISBN 0-521-82409-5.
xii + 356 pp.
Цена: 19,99 фунтов стерлингов/
30 долларов США.

Эта книга с первых страниц завлекает вниманием читателя. Чтение облегчает удобное расположение содержания книги в хронологическом порядке, а именно:

- Климат последних 100 000 лет
- Жизнь в ледниковый период
- Эволюционные последствия жизни в ледниковый период
- Наследие ледникового периода
- Зафиксированная история
- Наше климатическое наследие
- Будущее

Разработки, касающиеся изменения климата, являются особенно точными, поскольку автор демонстрирует глубокие знания в области метеорологии и имеет тесные связи с научными группами Метеорологического бюро Соединенного Королевства и Отдела климатических исследований.

Эта книга не является еще одной скучной книгой, посвященной изменению климата. Автор показывает интересные перспективы относительно временной взаимосвязи между людьми и животными. Он также рассматривает широкий диапазон тем – от адаптации, необходимой для жизни в ледниковый период, до извержения вулкана Тоба 71000 лет назад. Кроме того, представлены последние достижения в области биологии, включая изучение ДНК, в результате которых обнаружена тесная взаимосвязь между развитием человечества и климатом. Используются конкретные примеры, показывающие, что периоды экстремальных метеорологических явлений могут быть связаны с возникновением новых пандемий в средневековье, таких, как

юстинианская чума в 542 г. н.э. и чума «черная смерть» в 1348 г.

Что касается исторического развития науки, показана важная роль Луи Агассиза, который изобрел термин «ледниковый период». Кроме того, автор подчеркивает важность косвенных данных, получаемых из кернов льда с конца 1950-х годов, и не забывает о других косвенных показателях, таких, как скопления жуков, озерные отложения и др. Эта часть, с которой начинается книга, очень хороша.

К недостаткам я отношу чрезмерное внимание к шаманству в доисторическую эпоху и пренебрежение мнением археологов, которые отказываются распространять роль шаманов на все искусство этой эпохи. Иногда автор дает почувствовать, что он лишь синтезирует основные археологические данные той эпохи, такие, как данные Clottes *et al.* о пещере Chauvet. Кроме того, утверждение о том, что социальные изменения в Южной Америке связаны только с влиянием Эль-Ниньо на протяжении длительного периода голоцена, сомнительно и слишком упрощено.

Новые исследования, касающиеся неандертальцев, однобоки, и в целом последние не признаются как еще один вид *человека* разумного. Это любопытно, так как человек ледникового периода – *H. neanderthalensis* – не удостоился серьезного рассмотрения, хотя его история охватывает 65% последних 100 000 лет, а границы районов его обитания, благодаря последним исследованиям группы Сванте Пебо, расширились до Средней Азии и Сибири.

Одна из рассматриваемых автором гипотез относительно исчезновения неандертальцев 35000 лет назад сводится к их восприимчивости к новым эпидемиям, принесенным в Европу из Азии и Африки гомо сапиенс, примерно, 40–45000 лет назад. Он связывает это исчезновение не с изменением климата, а с другими негативными факторами, включая предполагаемую неспособность неандертальцев передавать информацию или отсутствие технического прогресса, например, изготовления орудий из кремния. Однако колонизации гомо сапиенс способствовали благоприятные кли-

матические условия, сложившиеся около 39000 лет назад.

Кроме того, один элемент генетического разнообразия неандертальцев должен исследоваться по более поздним данным, чем пробы столетней давности, изученные Orlando *et al.* По-видимому, демографическая катастрофа, которая привела к их вымиранию, связана с быстрым разрушением их генетической изменчивости, вызвавшим их исчезновение, а не с предполагаемой неспособностью к говорению (новые исследования гена FOX-P2 в ДНК ставят под сомнение эту парадигму).

Другие ученые, такие, как Eugene Morin (2008), считают, что важным фактором вымирания неандертальцев являлось межвидовое скрещивание с гомо сапиенс в период заметного ухудшения климата, примерно 40000–35000 лет назад, о чем свидетельствуют раскопки в пещере Сан-Сезаре. Это противоречит данным автора этой книги, поскольку этот период отличался экстремально низкими температурами, когда даже крупные травоядные животные, обеспечивающие основные пищевые ресурсы, такие, как северные олени, испытывали трудности. Таким образом, эти события могли ускорить переход неандертальцев к гомо сапиенс в эпоху раннего палеолита.

Некоторые читатели могут принять климатический детерминистический механизм, например, то, что резкое понижение уровня Черного моря 8500 лет назад связано с библейскими мифами о потопе, или то, что развитие египетских цивилизаций зависело от ежегодного количества паводковых вод в реке Нил. Однако культурным аспектом часто пренебрегают, тогда как точка зрения автора четко отражена в подзаголовке книги, т.е. что история движется к «концу царства хаоса», что согласуется с исторической парадигмой XIX века: урбанизация и развитие сельского хозяйства являются веками прогресса в эпоху голоцена вслед за ледниковым периодом.

Тем не менее та часть книги, которая посвящена будущему, изложена четко. Автор опровергает широко распространенную в XX веке идею о том, что человек может управлять

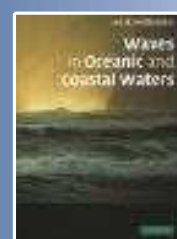
природой с помощью сугубо технических приемов. Он также говорит об опасности продолжительных высоких летних температур или продолжительных температур ниже 0 °C в городах, приводящих к заметному увеличению смертности. Несмотря на экстремальные климатические явления, которые можно наблюдать сегодня, автор не обходит своим вниманием теплый средневековый период или малый ледниковый период и связывает последние изменения климата с климатом предшествующего тысячелетия.

В заключение отмечу, что книга просто и приятно оформлена и снабжена поэтическими и религиозными цитатами, предваряющими каждую главу. В ней содержатся четкие, хотя и неравномерно распределенные диаграммы. Она продается в розницу по договорной цене и является отличным пособием по этой важной теме для студентов и неспециалистов, подготавливая их к более глубокому изучению этой проблемы. Несмотря на небольшие критические замечания, эта книга достойна пополнить домашнюю библиотеку.

Литература

- CLOTTE, J. and D. LEWIS-WILLIAMS, 2001: *Les chamanes de la prehistoire*. La Maison des Roches.
- KRAUSE, J. *et al.*, 2007: The derived FOXP2 variant of modern humans was shared with Neandertals. *Current Biology*, 17, 1–5.
- ORLANDO, L. *et al.*, 2006: Revisiting Neanderthal diversity with a 100 000 year old mtDNA sequence. *Current Biology*, 16(11), R400–R402.
- MORIN, E., 2008: Evidence for declines in human population densities during the early Upper Paleolithic in Western Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(1), 48–53.

Алейн Гиода
Gioda_ird@yahoo.com



Waves in Oceanic and Coastal Waters
(Волны в океанских и прибрежных водах)

Leo H. Holthuijsen. Cambridge University Press (2007).
ISBN 0-521-86028-8.
xvi + 387 pp.
Цена: 45 фунтов стерлингов/
80 долларов США.

Тот, кто интересуется ветровыми волнами, непременно должен приобрести эту книгу. Материал в книге прекрасно систематизирован, выделены ключевые концепции и имеется множество иллюстраций. Она содержит всю основную информацию, необходимую для понимания важных концепций ветровых волн. Эта книга в равной мере полезна студентам и профессионалам. Объяснения и необходимые выводы четки и хорошо проиллюстрированы. Дополнительный материал на соответствующем Web-сайте чрезвычайно полезен для докладчика в области океанских волн.

В первой главе автор дает краткую характеристику проблемы и сообщает о том, что читателю предстоит узнать из последующих глав. Он начинает с обсуждения методов наблюдения за волнами, а затем переходит к описанию волн с точки зрения статистики. Далее следует моделирование от простых идеальных случаев до более значимых ситуаций в открытом океане и затем в более сложных прибрежных районах.

Во второй главе описание океанских волн четко представлено обзором основных методов наблюдения – от приборов *in situ* до дистанционного зондирования.

Концепция спектра плотности дисперсии изложена в третьей главе; она является «наиболее важной концепцией в этой книге». Она прекрасно представлена в соответствии с простым подходом от основного описания волн с точки зрения их высоты и периода до более сложного двумерного спектра плотности дисперсии подъема поверхности

моря. Основное допущение статистической стационарности и Гауссова распределения подъема поверхности моря, а также концепция модели случайной фазы/амплитуды хорошо проиллюстрированы с указанием их ограничений. Рисунки 3.9 и 3.10 показывают, как хорошо автор проиллюстрировал свою книгу – четко и уместно.

К этому моменту читатель поймет, что описание состояния моря при ветровых волнах значительным образом основано на статистике. Поэтому вполне понятно, что в четвертой главе изложены все важные статистические распределения, которые широко используются в описании краткосрочных и долгосрочных статистических данных, характеризующих волновое поле. Именно в контексте краткосрочной статистики формально представлена вторая наиболее важная концепция книги, а именно: как значительную высоту волны можно оценить на основе спектра. Напомним читателям, что эта оценка значительной высоты волны определена как средняя величина наивысшей трети высоты волны, как показали сравнения между этими оценками и фактическими наблюдениями. Другие статистические данные, такие, как максимальная высота отдельной волны и средняя длина волновой группы, также можно оценить на основе спектра плотности дисперсии. Долгосрочная статистика представлена в последней части четвертой главы. Это очень краткое описание проблемы. Тем не менее основные допущения объяснены с помощью теории экстремальных значений. Представлены три наиболее широко используемых метода получения долгосрочных экстремальных значений значительной высоты волны.

В пятой главе линейная теория поверхностных гравитационных волн объясняется в ее наипростейшей форме, опуская бесполезные математические выкладки, которые представлены в приложении. Эта теория полезна, поскольку она подводит фундамент под вывод физических характеристик ветровых волн. Рассматриваются только простейшие условия. Эта линейная теория пренебрегает влиянием ветра, диссипации и другими

нелинейными эффектами, которые рассматриваются в последующих главах. Тем не менее эта глава информативна, поскольку она позволяет понять обусловленные волнами орбитальные движения и флуктуации давления в воде, а также энергию и распространение волн. Для полноты рассмотрения проблемы в конце главы кратко упомянуты классические нелинейные волновые теории.

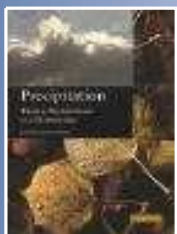
Обзор роста идеализированных волн для океанических вод впервые представлен в шестой главе. В этих условиях обнаружено, что одномерный спектр частот имеет универсальную форму. Это важная концепция, заслуживающая внимания. Она также важна с исторической точки зрения, поскольку сформировала направление, по которому развивались исследования волн. Более того, она и сегодня важна для инженерного сообщества. Для рассмотрения более реалистических случаев получено уравнение спектрального энергетического баланса. Это третья, наиболее важная концепция книги. Она представляет собой временную эволюцию волнового спектра, основанного на распространении, образовании, взаимодействии волн между собой и их диссипации. В последней части главы содержатся красивые иллюстрации, показывающие то, что известно об этих трех составляющих и о том, как они взаимодействуют друг с другом, чтобы образовать спектр. Особенно красноречива иллюстрация квадруплетных взаимодействий волна–волна.

Линейная теория, представленная в пятой главе, расширена для объяснения более сложных условий прибрежных вод. В седьмой главе дан обзор основных волновых явлений, которые могут встретиться, когда толщина воды и/или течения влияет на эволюцию волн. Концептуальное описание этих процессов, таких, как обмеление, рефракция и дифракция, является четким и хорошо обоснованным и сопровождается соответствующими иллюстрациями. Четко изложена проблема еще более труднодостижимой радиационной напряженности или переноса импульса, вызванного волнами.

Восьмая глава является сутью книги. Рассмотрев моделирование волн в океанических водах (шестая глава), теперь пора рассмотреть более сложное моделирование в прибрежных водах. Распространение усложняется, если толщина воды варьирует и/или при наличии течений. Аналогичным образом образование, диссипация и нелинейное взаимодействие волна–волна должны изменяться на мелководье. Более того, донное трение, разрушение прибоя и тройное взаимодействие волна–волна также следует добавлять по мере надобности. В таблице 8.1 прекрасно показан масштаб моделирования. Тем не менее уравнение эволюции волнового спектра является простым расширением уравнения глубоководного энергетического баланса. При наличии течений его заменяет уравнение эволюции плотности действия.

В девятой главе кратко описывается модель SWAN, которая использует концепции и формулировки, представленные в предыдущих главах. Упомянуты основные численные методы (и приемы), необходимые для решения уравнений. В частности, подчеркивается возможность применения модели SWAN для сложной конфигурации. Это лишь краткое описание модели, которое может служить в качестве предисловия к SWAN.

Джин Бидлот
Jean.Bidlot@ecmwf.int



**Precipitation—
Theory, precipitation
and distribution**
(Теория осадков:
осадки и
распределение)

Ian Strangeways. Cambridge University Press (2007).
ISBN 0-521-85117-3.
x + 290 pp.
Цена: 73 фунта стерлингов/
130 долларов США.

Автор начинает с того, что приглашает читателя к путешествию. Вместо того чтобы сразу же погрузиться в суть научной проблемы, он предлагает обширный обзор прошлых теорий о дожде и снеге – от древних времен, через эпохи Просвещения и Ренессанса, до современной научной эры, начиная с XVIII и XIX веков.

Мы узнаем, например, что Аристотель, хоть он и не считается «хорошим ученым», поскольку он не доверял экспериментам и детальному наблюдению (правды можно достичь путем дискуссий и логических рассуждений), тем не менее 2000 лет назад пришел к выводу, что «любая влага, испарившаяся в течение дня, которая не поднимается далеко и, охлаждаясь ночью, снова падает в виде росы». Он утверждал это, не зная о том, что представляет собой воздух или водяной пар и, конечно, не имея понятия о механизме испарения. К сожалению, его заметки были утеряны на более чем 1000 лет, и даже когда их обнаружили в 1180 г., они не были оценены по достоинству. Действительно, эмпирический метод установления научного факта должен был ждать до начала 1600-х годов, когда Фрэнсис Бэкон и Джон Локк отказались от риторического подхода к научному открытию.

Другой интересный вопрос, который занимал умы ученых XVII века, касался точной природы облаков. Вначале предполагалось, что облака состоят из пузырьков воды, поскольку они парят над землей. Идея о том, что они могут состоять из капель воды, как предполагал Декарт, была отвергнута, так как вода тяжелее воздуха. И лишь спустя

сто лет к его идеям снова вернулись, когда было окончательно доказано, что пузырьки воды не могут образовываться естественным путем, и даже если бы это произошло, они бы быстро исчезли благодаря действию поверхностного натяжения.

Итак, каким же образом облака парят в воздухе? Американский ученый Джеймс Поллард решил эту проблему в 1850 г., заметив, что капли воды, из которых состоит облако, в действительности все время медленно падают. Облака держатся в воздухе, пока восходящие потоки ветра держат капли воды во взвешенном состоянии.

Эти два примера иллюстрируют повторяющуюся тему в замечаниях автора, а также то, насколько медленным и неэффективным иногда может быть научное открытие. Наблюдения и открытия часто остаются незамеченными современниками и погружаются в пучину забвения, чтобы снова выйти на поверхность спустя десятки и сотни лет пребывания в неведении.

К сожалению, этот исторический обзор – наиболее интересная часть книги. Остальной материал разбит на четыре части, в которых рассматриваются современные теории осадков, измерение осадков, их глобальное распределение и будущее развитие. Учитывая поверхностное рассмотрение многих тем, автор, по-видимому, рассчитывает на студенческую аудиторию, специализирующуюся на метеорологии и окружающей среде.

Большинство объяснений в этих разделах слишком поверхностные для изучения атмосферы на уровне выпускника университета. Кроме того, они не подойдут ученому другого профиля в качестве справочного пособия, поскольку математические выводы и количественные описания достаточно скудны. Например, в главе «Основные процессы» автор очень кратко описывает давление насыщенного пара (e_s) относительно воды и льда (с.58). Кроме того, имеется график кривой вода- e_s (но не лед- e_s) как функции температуры. Это удручает, поскольку один из интересных аспектов процессов

осадков в облаках состоит в том, что в зависимости от температуры в окружающей среде могут существовать условия перенасыщения относительно льда и неполного насыщения относительно воды. Поэтому снег может образовываться там, где не может образоваться дождь. В главе, посвященной измерению осадков со спутников, еще один пример необоснованной краткости касается эмпирического уравнения отражательной способности радара (Z) (с.191). Здесь отсутствует хоть какое-то объяснение того, как получают и определяют параметры a и b . Было бы полезно привести краткое пояснение их получения эмпирическим путем.

В главе о массивах данных, полученных с дождемеров и спутников, автор отмечает (с.243), что Глобальная система систем по наблюдению за Землей (ГЕОСС) была создана Агентством по охране окружающей среды США. Это неверно. Группа по наблюдению за Землей (ГЕО) была создана после Встречи на высшем уровне стран «Большой восьмерки» в Эвиане (Франция, 2003 г.) и Первой встречи на высшем уровне по наблюдению за Землей в г. Вашингтоне (2003 г.). ГЕОСС была создана во время Второй встречи на высшем уровне по наблюдению за Землей в Токио (Япония, 2004 г.), где были определены ее масштаб и цели.

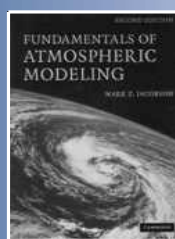
Возможно, наиболее прискорбным аспектом этой книги является крайне негативное отношение автора к христианской церкви. Что касается раннего средневековья, он пишет (с.12): «Условия были гнетущими, и большинство людей были безграмотны и старались придерживаться христианской веры в лучшую загробную жизнь». Далее, вслед за обзором достижений в области измерения осадков в разных частях мира, автор отмечает следующее (с.141): «Повторное изобретение дождемера и количественное измерение осадков в Китае и Корее, вероятно, являются наивысшими достижениями в метеорологии и гидрологии в течение 1300 лет со времени отдельных измерений в Палестине и Индии. Примечательно то, что все это появилось на Востоке, поскольку Европа находилась под

гнетом религиозного мракобесия, и людей заживо сжигали за то, что они смели подвергать сомнению что-либо». И, наконец, автор выпускает прощальный залп (с.285): «Мы преодолели долгий путь просвещения и открытий длиной 3000 лет. Иногда приходится признавать, что задержка развития понимания естественного мира обусловлена религиозной нетерпимостью к инакомыслию. ... Во многих религиях зарождается фундаментализм, который снова угрожает науке и свободной объективной мысли. Возможно, это связано с тем, что наука предлагает ставящие в тупик открытия, которые большинство людей не могут или не хотят понять».

Эти рассуждения абсолютно неуместны в контексте претендующей на научность книги. Это действительно так, поскольку, в отличие от научного подхода, автор ни разу не сослался ни на один поддающийся проверке источник в поддержку своих утверждений. Научный прогресс в западном мире задерживался в течение 2000 лет исключительно из-за христианской церкви. Хорошо известна печальная судьба Галилея с его гелио-центрическим открытием, однако даже он имел своих сторонников в церкви среди иезуитов в то время. Было бы большим преувеличением утверждать, что религиозная нетерпимость уничтожила научный прогресс.

В заключение отмечу, что эта разочаровывающая книга может использоваться в качестве краткого справочника. В самом деле, главы об измерении осадков (дождя и снега), а также обнаружении молнии, полновесны и информативны. Однако неглубокое рассмотрение остальных тем и общий пренебрежительный тон автора, возлагающего вину за медленное развитие науки целиком на христианскую церковь, не представляя при этом доказательств в поддержку своих абсурдных утверждений, ставят в тупик и делают книгу необъективной и, следовательно, бесполезной.

Дуглас Крайп
dcripe@geosec.org



**Fundamentals
of Atmospheric
Modeling**
(Основы
моделирования
атмосферы)

Mark Z. Jacobson. Cambridge University Press (2005).
ISBN 0-521-54865-9.
xiv + 813 pp.
Цена: 50,00 фунтов стерлингов

Эта книга представляется весьма полезной. На 813 страницах описываются следующие проблемы: химия атмосферных газов, микрофизика и химия аэрозолей, процессы в облаках, радиация, процессы на поверхности суши и воды, а также численные и расчетные методы их моделирования. Эти мелкомасштабные процессы необходимо учитывать в моделях окружающей среды, будь то модели городского загрязнения или глобальные климатические модели. Тем не менее эти мелкомасштабные процессы описаны в учебниках намного реже, чем их более грандиозные аналоги синоптического и планетарного масштаба. Таким образом, книга заполняет значительный пробел, и, должно быть, весьма успешно, поскольку это ее второе издание.

Написав столь объемную книгу, автор, вероятно, не предполагал, что читатели прочтут ее от первой до последней страницы (и я решительно надеюсь, что издатель не ожидает того же от рецензента). Эта книга должна использоваться в качестве справочника. Чтобы проверить, насколько хорошо она отвечает этим целям, я внимательно прочел главы «Процессы в пограничном слое и на поверхности» и «Преобразование вертикальных координат», где рассматриваются темы, в которых я до некоторой степени компетентен. Здесь собрано все: турбулентные потоки, скорость трения ветра, длина шероховатости, объемные формулы, теория подобия, длина Монино-Обухова, число Ричардсона и схемы турбулентной кинетической энергии. Имеется также раздел с описанием температуры поверхности суши и почвенной влаги, в котором

четко разграничены голая почва, почва с растительным покровом, поверхности дорог и крыш, а также поверхности воды, морского льда и снежного покрова. То же относится и к главе о системах вертикальных координат. Здесь описывается большинство важнейших параметров: высота, давление, координаты сигма-давления и сигма-высоты (хотя я опустил систему изобарических координат). Они обсуждаются применительно к негидростатическим, гидростатическим, упругим и неупругим потокам, а также к потоку Буссинеска. Я спросил двух своих коллег, работающих в области химии атмосферы, относительно некоторых актуальных проблем. Одна из них – расширение знаний и совершенствование моделирования спектров облачных ядер конденсации в атмосферных облаках и их связь с радиационными/климатическими эффектами. Это нашло отражение в книге. Вторая актуальная проблема – роль черного углерода (сажи) в прямом и косвенном радиационном воздействии. Это также отражено. Третья актуальная проблема – газообмен между атмосферой и океаном, которая тоже описана в книге. Кажется, она охватывает все. Поражает широта и глубина охвата материала в книге, о чем свидетельствует Указатель объемом более 29 страниц.

Позвольте мне использовать проблему газообмена между атмосферой и океаном в качестве примера подачи материала. Указатель приводит меня к страницам 672–679. На с.675 сообщается: «На скорость переноса сквозь тонкую пленку воды на поверхности океана влияют растворение газа в пленке и молекулярная диффузия сквозь пленку, а также поверхностно-активные вещества и лопающиеся пузырьки на поверхности пленки. Хотя перенос зависит от нескольких физических процессов, до настоящего времени параметризацию $k_{w,q}$ получают лишь в единицах скорости ветра. Одной подобной параметризацией является ...». Далее следует формула и сноски. Затем говорится следующее: «Второй параметризацией скорости переноса газа в воде является ...» (опять следует формула и сноски). Это очень полезная информация,

но кто-то может поинтересоваться, откуда взялись эти формулы и параметризации и какая часть изменения коэффициента обмена объясняется скоростью ветра. Кроме того, две параметризации отличаются друг от друга более чем в два раза при большей части скоростей ветра. Какая из них лучше? Также хотелось бы знать, какое влияние оказывают эти неопределенности на прогнозы, скажем, поглощения океаном CO_2 в климатических моделях.

Такие же замечания можно сделать относительно других тем, изложенных в книге. Эта книга не подходит для непосвященных. Студентам первых курсов она покажется сложной. Книга предназначена для опытных практиков и профессионалов, исследователей и студентов-старшекурсников в области метеорологии и исследования атмосферы и окружающей среды, которые создают модели и работают с ними. Для них эта книга послужит отличным

справочным материалом. Ее отличает исчерпывающий охват всех аспектов атмосферных процессов. В ней изложены подробные формулы, примеры, алгоритмы и упражнения. Любой, кто активно работает в этой области, должен иметь эту книгу под рукой, чтобы часто к ней обращаться. Я непременно буду делать это.

Питер Мюллер
pmuller@hawaii.edu

Некролог

Эдвард Нортона Лоренц



Резюме Эда Лоренца не утомляет объемом. Если не учитывать перечень публикаций, его можно уместить на одну страницу. Эд родился 23 мая 1917 г. в г. Вест Хартфорд (штат Коннектикут, США) и в 1948 г. женился на Джейн Лобан. У них родились две дочери и сын. Эд получил ряд почетных степеней и премий (например, премия Крафурда, 1983 г.; премия Киото, 1991 г.; и премия ММО, 2000 г.). Будучи математиком по первоначальному образованию, Эд некоторое время прослужил в армии США в качестве синоптика. Основная часть его карьеры связана с отделом метеорологии Массачусетского технологического института. Он также бывал с кратковременными визитами в некоторых институтах США и Европы. Эд специализировался в следующих областях: атмосферная циркуляция, предсказуемость атмосферных процессов и

хаотические динамические системы. Он был приверженцем активного отдыха и увлекался пешеходным туризмом и катанием на лыжах по пересеченной местности.

Он был выдающимся ученым, оставаясь при этом скромным человеком. Мог ли кто-либо догадаться, прочитав резюме Эда, что его исследования стимулировали то, что многие назвали третьей великой научной революцией XX века?

Знаменитая статья 1963 г.

Возникновение теории хаоса во второй половине XX века вызвало революцию в науке, которая затронула почти все научные дисциплины (относящиеся как к физике, так и к биологии). По существу, она вызвала наиболее значительный сдвиг парадигмы, который составил конкуренцию парадигме квантовой теории или теории относительности. Проще говоря, комплексное или беспорядочное поведение многих физических и биологических систем в окружающем нас мире вовсе не значит, что уравнения, описывающие эволюцию этих систем, сами являются комплексными или беспорядочными. Они, скорее всего, указывают на наличие наиболее изысканной, совершенной и умопомрачительно-красивой геометрии, которую предлагает природа, – фрактальной геометрии странного аттрактора.

Чтобы понять значение знаменитой статьи 1963 г., лучше всего обратиться к книге Яна Стюарта «*Does God Play Dice?*» (Stewart, 1997) (курсив автора): «Когда я читаю Лоренца, у меня по спине бегут мурашки и волосы встают дыбом. *Он знал! Он знал 34 года назад!* При более внимательном чтении впечатление усиливается. Всего лишь на 12 страницах Лоренц предвосхитил несколько основных идей нелинейной динамики, прежде чем она стала широко известной, прежде чем другие узнали о существовании таких новых и загадочных явлений, как хаос».

Увлеченный проблемой прогнозирования погоды, Лоренц стал изучать сильно усеченные версии уравнений для решения задачи конвекции Рэлея–Бенарда. Пользуясь данными предыдущей работы Зальцмана и исходя из своей чрезвычайно сильной интуиции, он утверждал, что большая доля беспорядочности этих уравнений содержится в трехмерном ядре. Он использовал анализ линейной устойчивости, чтобы сосредоточиться на числах Рэлея, которые делают систему линейно неустойчивой. Для исследования нелинейного поведения этой линейно неустойчивой системы Лоренц запрограммировал свои усеченные уравнения на цифровом компьютере. Осознание того, что исследование свойств его системы потребует интегрирования на компьютере, помимо аналитической оценки, само по

себе требовало проницательности, поскольку в начале 1960-х годов цифровые компьютеры не использовались в повседневной практике для изучения математических свойств дифференциальных уравнений. По прошествии начального периода, когда система регулярно развивалась вдали от неустойчивой фиксированной точки, она стала вести себя абсолютно беспорядочно.

Затем Лоренц приступил к анализу этой беспорядочности. Он стал наносить траектории системы в пространстве трехмерного состояния. Траектории существовали на геометрическом подмножестве пространства состояния. Эта геометрия имела форму бабочки с двумя крыльями сзади, которые сливаются в один слой спереди (см. рисунок внизу). Однако Лоренц знал, что траектории детерминистического дифференциального уравнения не могут сливаться, и поэтому то, что выглядело одним слоем спереди, на самом деле представляло собой два слоя вместе, но это означало, что каждый слой сзади был также двойным. Он писал: «Можно сделать вывод о существовании бесконечного комплекса поверхностей, каждая из которых расположена чрезвычайно близко к другой». Лоренц обнаружил, что фрактальная структура, связанная с аттракторами хаотических систем, является вехой в истории научного анализа.

Лоренц хотел исследовать часть решения более подробно. Он повторно выполнил уравнения из сохраненного «дампа». Но числа в дампе были усечены, и оказалось, что полученное решение совершенно отличается от первоначального. Беспорядочность решений также вызвала непредсказуемость.

Термин «эффект бабочки» был придуман для описания хаотичного усиления ошибки. На самом деле его менее известная статья 1969 г. более тесно связана с реальным «эффектом бабочки». В ней утверждается, что произвольные мелкомасштабные возмущения могут влиять на крупномасштабные возмущения. Если придерживаться принципа достоверности, Эд использовал метафору хлопающей крыльями чайки, а не бабочки. Эд дал отличное описание теории хаоса с точки зрения непрофессионала в книге «*The Essence of Chaos*» (Lorenz, 1993).

Что произошло после выхода статьи в 1963 г.

Численный прогноз погоды

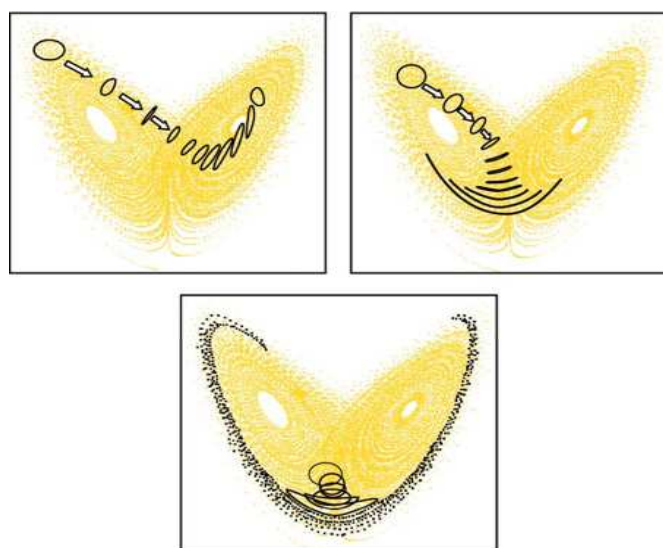
Поскольку лежащая в основе система является нелинейной, увеличение малых возмущений около начального состояния есть функция начального состояния. Это зависящее от состояния увеличение малых

начальных возмущений показано на рисунке внизу.

На рисунке показан проблематичный характер хаоса, даже если временные масштабы прогноза находятся в рамках среднего предела прогнозируемости рассматриваемой системы. В частности, даже когда система большую часть времени показывает значительные уровни прогнозируемости (вверху слева) или менее значительные уровни (вверху справа), время от времени она будет показывать катастрофическую потерю прогнозируемости (внизу). С практической точки зрения такая периодическая потеря прогнозируемости может сделать бесполезной любую детерминистическую систему прогнозирования.

Это давняя проблема в области численных прогнозов погоды. Появление компьютеров в 1950-е годы и их дальнейшее развитие в 1960-е и 1970-е годы позволили повысить точность численных представлений уравнений динамики жидкости. В среднем точность прогнозов погоды на основе таких моделей постоянно повышалась в течение этих десятилетий. Однако у многих пользователей таких детерминистических (т.е. одно наилучшее предположение) прогнозов эти модели не вызывают доверия из-за неудачных прогнозов.

Помимо научного объяснения причины неизбежности неудачных прогнозов в хаотической системе, в работе Лоренца представлена потенциальная методология нахождения решения этой проблемы. В частности, хотя отдельные траектории неустойчивы для малых возмущений и поэтому не поддаются прогнозированию, этого нельзя сказать об эволюции вероятностного распределения начального состояния. Прогнозируя эволюцию исходного вероятностного распределения начальных состояний, мы можем досрочно определить, свойственно ли это состояние подмножеству аттрактора, в котором эволюция состояния особенно чувствительна к исходной погрешности.



Зависящий от состояния характер конечной временной прогнозируемости на исходном нелинейном аттракторе

В 1980-е годы развивающиеся системы численного прогнозирования погоды стали использовать мощность суперкомпьютеров, чтобы двигаться совсем в другом направлении, повышая численное разрешение; на основе работы Лоренца были разработаны первые системы ансамблевых прогнозов. Эд проявил особый интерес к ним и предсказал некоторые современные разработки.

Изменение климата

Лоренц был в полной мере осведомлен о концептуальной разнице между прогнозированием погоды и прогнозированием климата. Сейчас мы используем его терминологию в повседневной практике (Lorenz, 1970): прогнозы первого вида, по сути, являются проблемами исходной величины, а прогнозы второго вида – пограничными или вынужденными проблемами. Проблема антропогенного изменения климата является в основном (но не исключительно) прогнозом второго вида: каким образом на статистические метеорологические данные влияет установленное изменение концентрации парниковых газов в атмосфере.

Неопределенность прогнозов второго вида обусловлена неопределенностью исходного положения и модельных уравнений. Понять последнее важно, чтобы сделать надежные прогнозы изменения климата. По данным анализа Лоренца (1969 г.), эффект неразрешенных мелкомасштабных процессов в климатических моделях может влиять на крупномасштабные переменные, такие, как глобальная средняя температура. В современных климатических моделях отдельные облачные системы, которые так важны для оценки изменения климата, не разрешены и должны быть представлены приближительными формулами (так называемая параметризация).

В Четвертом докладе об оценках МГЭИК (AR4) говорится, что единственным способом решения этой проблемы является использование вышеупомянутой методологии ан-

самблей. Поэтому в AR4 прогнозы изменения климата выражены в вероятностных терминах при использовании так называемого мульти-модельного ансамбля.

Лоренц понял в полной мере, что модельные уравнения в конечном счете должны быть стохастическими (Lorenz, 1975). Сегодня разработка стохастической параметризации в моделях погоды и климата является областью современных исследований.

Другие работы

Работы Лоренца в областях, не связанных с теорией хаоса, также оказали большое влияние на метеорологию. Он написал конструктивный отчет (Lorenz, 1967), в котором описал атмосферную циркуляцию с энергетической точки зрения, т.е. системы погоды могут рассматриваться как проявления процессов, преобразующих потенциальную энергию солнца в кинетическую энергию. В этом исследовании он ввел понятие «доступная потенциальная энергия», которое сегодня широко используется. Он выдвинул первое правдоподобное объяснение наблюдаемых колебаний метеорологических условий как в атмосфере, так и на лабораторном оборудовании. Он также работал над численными схемами интеграции и дискретизации для прогноза погоды и климата (Lorenz, 1971); некоторые из них используются до сих пор. Его работа, посвященная условиям равновесия для процедур инициализации (Lorenz, 1992), включая невозможность разделения атмосферных потоков на медленные и быстрые компоненты, имеет большое значение для проблемы усвоения данных в метеорологии и океанологии. Он также работал над проблемой адаптивных наблюдений, т.е. возможности локализации наблюдений в областях динамической чувствительности, в которых их роль была бы особенно важна для повышения оправдываемости прогнозов (Lorenz and Emanuel, 1998).

Заключение

Итак, он был одним из гигантов науки. Когда Эд скончался 16 апреля 2008 г. в возрасте 91 года, средства массовой информации во всем мире оповестили об уходе «пионера теории хаоса». Для тех из нас, кто имел честь знать его, такое пристальное всемирное внимание, хотя и полностью заслуженное, казалось несколько неуместным, учитывая скромность этого человека. Если бы он увидел все эти статьи и некрологи, включая и этот, я представляю, как он достаточно сухо сказал бы: «Не понимаю, зачем столько суеты!»

Литература

- LORENZ, E.N., 1963: Deterministic non-periodic flow. *J. Atmos. Sci.*, 20, 130–141.
- LORENZ, E.N., 1967: The nature and theory of the general circulation of the atmosphere. WMO-No.218, TP 115, 161 pp.
- LORENZ, E.N., 1969: The predictability of a flow which possesses many scales of motion. *Tellus*, 21.
- LORENZ, E.N., 1970: Climatic change as a mathematical problem. *J. Appl. Meteor.*, 9, 325–329.
- LORENZ, E.N., 1971: An N-cycle time-differencing scheme for stepwise numerical integration. *Mon. Wea. Rev.*, 99, 644–648.
- LORENZ, E.N., 1975: Climate predictability. In: *The Physical Basis of Climate and Climate Modelling*, WMO GARP Publ. Ser. No. 16, 132–136. WMO, 265 pp.
- LORENZ, E.N., 1992: The slow manifold: what is it? *J. Atmos. Sci.*, 49, 2449–2451.
- LORENZ, E.N., 1993: *The Essence of Chaos*. Univ. of Washington Press, Seattle, 227 pp.
- LORENZ, E.N. and K.A. EMANUEL, 1998: optimal sites for supplementary weather observations: Simulations with a small model. *J. Atmos. Sci.*, 55, 399–414.
- STEWART, I., 1989: *Does God Play Dice?* Penguin Books.

Тим Палмер

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 здесь выразить признательность этим странам за теплый прием и оказанное гостеприимство.

Соединенные Штаты Америки

28 марта 2008 г. Генеральный секретарь вместе с Президентом ВМО посетил Вашингтон для участия в церемонии вручения 52-й премии ММО Джагадишу Шукле, которая проходила в Национальной академии наук США. Мероприятие проходило под председательством Джеймса Л. Кинтера III, директора Центра по исследованиям океана, суши и атмосферы. На церемонии также присутствовали Ральф Дж. Цицероне, президент Национальной академии наук; Джон Л. Хейс, заместитель помощника руководителя НУОА и постоянный представитель Соединенных Штатов при ВМО; Алан Г. Мертен, президент университета Джорджа Мейсона и ряд других, известных в научном и академическом мире лиц.

Г-н Шукла, помимо прочих известных наград, уже получил Золотую медаль имени сэра Гилберта Уокера, учрежденную Индийским метеорологическим обществом, медаль имени Росби, учрежденную Американским метеорологическим обществом, и

медаль НАСА за выдающиеся научные достижения.

Эфиопия

Генеральный секретарь посетил Аддис-Абебу в период между 31 марта и 2 апреля 2008 г. для участия в первом ежегодном совместном совещании Конференции министров экономики и финансов стран-членов Африканского союза и Конференции министров финансов, планирования и экономического развития африканских стран - членов Экономической комиссии ООН для Африки.

Во время тематических дискуссий на совещании высокого уровня г-н Жарро подчеркнул риск последствий изменения климата в области

продовольственной безопасности, особенно для Африки, и роль ВМО в оказании содействия по адаптации к этой жизненно важной проблеме.

Швейцария

28 и 29 апреля Генеральный секретарь посетил Берн для участия в весенней сессии 2008 г. Координационного совета руководителей системы Организации Объединенных Наций. Сессия проходила под председательством Генерального секретаря ООН Пан Ги Муна и собрала руководителей организаций и программ системы ООН для рассмотрения ряда важных вопросов, включая, в частности вопросы продовольственной безопасности и изменения климата.



Берн, Швейцария, апрель 2008 г. – Участники весенней сессии 2008 г. Координационного совета руководителей системы Организации Объединенных Наций

Соединенное Королевство

6 мая 2008 г. Генеральный секретарь посетил Европейский центр среднесрочных прогнозов погоды (ЕЦСПП) в Рединге для участия в церемонии открытия совещания на высшем уровне по моделированию в области предсказаний климат. Совещание, совместно организованное Всемирной программой исследований климата Международной программой геосфера-биосфера, объединило усилия ведущих ученых мира с целью разработки новой стратегии для предсказания климата.

Г-н Жарро выступил с докладом под названием «Уменьшения риска, связанного с климатом и суровой погодой посредством улучшенного предсказания – необходимость для международного сотрудничества».

Организация Объединенных Наций, Нью-Йорк

Генеральный секретарь посетил Нью-Йорк 13–16 мая 2008 г. для участия в 16 Сессии Комиссии по устойчивому развитию Организации Объединенных Наций (КУР-16).

Он участвовал в сегменте высокого уровня сессии и в закрытом министерском совещании, где подчеркнул значимость ВМО в решении ряда ключевых тематических проблем КУР-16, в частности: проблем сельского хозяйства, развития сельских районов, засухи, опустынивания и Африки. Он также выступил с докладом на дополнительном мероприятии, организованном ЮНЕП, под названием «Сельское хозяйство и окружающая среда: изменения климата и политические рекомендации».

Греция

29 мая 2008 г. Генеральный секретарь посетил Афины, чтобы представлять ВМО на Международной конференции по изменению климата и безопасности человека, где он выступил по теме «Изменение климата: проблема для безопасности человека».

По этому случаю г-н Жарро встретился с Ее Превосходительством



Нидерландские Антильские острова, июнь 2008 г. – (слева направо) М. Жарро, Эмили де Йонг-Элхадж, премьер-министр, и А.А.Е. Мартис, постоянный представитель Нидерландских Антильских островов и Арубы при ВМО

г-жой Дорой Бакояни, министром иностранных дел; Его превосходительством г-ном Георгиосом Суфлиасом, министром по вопросам окружающей среды, землеустройства и общественных работ; Его Высокопреосвященством Иоанном Митрополитом Пергамским и Джоном Пауэллом, заместителем директора-исполнителя Мировой продовольственной программы.

Нидерландские Антильские острова

Генеральный секретарь выступил с ключевым докладом на 28 Сессии конференции Ассоциации Карибского бассейна по страхованию, которая состоялась в Кюрасао с 1 по 3 июня 2008 г.

В ходе своего доклада под названием «Стихийные бедствия, риски и защита имущества: взгляд ВМО» он затронул ряд важных проблем, касающихся стихийных бедствий, рисков, защиты имущества, особенно, проблему сокращения опасности стихийных бедствий, подчеркнув выгоды, которые принесут системы раннего предупреждения о многих опасных явлениях.

Польша

4 июня 2008 г. Генеральный секретарь посетил Варшаву для выступления с ключевым докладом

на совещании сегмента высокого уровня 38 Всемирного конгресса Международной федерации производителей сельскохозяйственной продукции (МФСП). В своем докладе г-н Жарро обратился к теме «Глобальное потепление и последствия изменяющихся режимов погоды для производства продовольствия и сельскохозяйственной продукции».

Генеральный секретарь встретился с рядом официальных лиц, включая Его Превосходительство г-на Вальдемара Павлака, заместителя премьер-министра; Его Превосходительство г-на Марека Савицки, министра сельского хозяйства; Ее Превосходительство г-жу Иоланту Федан, министра по вопросам социальной политики, а также с Джеком Уилкинсоном, президентом МФСП и Дэвидом Кингом, генеральным секретарем МФСП.

Вопросы персонала

Назначения



Гассем Р. АСПАР назначен 25 марта 2008 г. директором Объединенной группы планирования Всемирной программы исследований

климата Департамента научных исследований



Дэвид Б. ПАРСОНС назначен 1 марта 2008 г. начальником Отдела Всемирных метеорологических исследований Сектора атмосферных исследований и окружающей среды Департамента научных исследований



Моника ШАЛК назначена 1 апреля 2008 г. личным помощником Генерального секретаря

Переводы/новые назначения

Жан-Мишель РЕЙНЕР 8 марта 2008 г. переведен с поста начальника Отдела системы информации и телесвязи Сектора Информационной системы ВМО Департамента наблюдательных и информационных систем на пост исполняющего обязанности директора Сектора Информационной системы ВМО Департамента наблюдательных и информационных систем

Франсуа ПЛИВАР 7 апреля 2008 г. переведена с поста помощника по оформлению командирований Отдела закупок и оформления командирований Сектора конференций, контрактов и эксплуатации помещений и оборудования Департамента обслуживания в поддержку программ на пост административного помощника Группы управления документацией и публикациями Сектора лингвистического обслуживания и публикаций Департамента обслуживания в поддержку программ

Лаура БАГГИОНИ 7 мая 2008 г. переведена с поста корректора Департамента лингвистического обслуживания и публикаций на пост старшего секретаря Секретариата Межправительственной группы экспертов по изменению климата

Мария БАДАВИ 7 апреля переведена с поста брошюровщика, печатника на офсетной машине Сектора лингвистического обслуживания и публикаций Департамента обслуживания в поддержку программ на пост клерка по отправке и получению корреспонденции Отдела общего обслуживания Сектора конференций, контрактов и эксплуатации помещений и оборудования Департамента обслуживания в поддержку программ

Кристиан ГИРОУД 7 апреля 2008 г. переведен с поста оператора цветной печати, печатника на офсетной машине Сектора лингвистического обслуживания и публикаций Департамента обслуживания в поддержку программ на пост помощника по техническому обслуживанию Отдела общего обслуживания Сектора конференций, контрактов и эксплуатации помещений и оборудования Департамента обслуживания в поддержку программ

Отставки

Венкатарамеах САТИАН ушел на пенсию с поста директора по моделированию климата Объединенной группы планирования Всемирной программы исследований климата 11 марта 2008 г.

Ибрагим АЛ-АТВИ ушел на пенсию с поста начальника Отдела подготовки кадров Бюро образования и подготовки кадров Департамента развития и региональной деятельности

Джиллиан САУТЕР ушла на пенсию с поста личного помощника Генерального секретаря 31 марта 2008 г.

Борджана ПЕРВАН ушла на пенсию с поста сотрудника по вопросам информации и связям с общественностью Бюро по коммуникации и связям с общественностью 4 апреля 2008 г.

Последние публикации ВМО

Основные документы №1

издание 2007 г.
(ВМО-№15)
[A-C-E-F-R-S]
2008 г.; 210 стр.
Цена: 38 шв. фр.



Руководство по Глобальной системе телесвязи

Издание 2007 г.
(ВМО-№ 386)
[E-F-R-S]
2008 г.; 296 стр.
Цена: 120 шв.фр.



Заявление ВМО о состоянии глобального климата в 2007 г.

(ВМО-№ 1031)
[A-C-E-F-R-S]
2008 г.; 16 стр.
Цена: 15 шв. фр.



Состояние наличия и использования спутниковых данных и продукции странами-членами ВМО (ВМО/ТД-№ 1423)

[E]
2008 г.; 35 стр.
Цена: 30 шв. фр.



Отчет совещания об осуществлении стратегии GCOS-CCCC (ВМО/ТД-№ 1424)

[E]
2008 г.; 78 стр.
Цена: 30 шв. Фр



Конкретное исследование/руководство по созданию массивов долгосрочных суточных данных по температуре (ВМО/ТД-№ 1425)

[E]
2008 г.; ii + 50 стр.
Цена: 30 шв. фр.



Календарь

Дата	Название	Место
14–16 июля	Международный практический семинар по предупреждениям о пожароопасности	Эдмонтон, Канада
14–25 июля	Учебно-практический семинар по ЧПП, организованный Немецкой метеорологической службой	Ланген, Германия
14–17 июля	Межкомиссионная координационная группа по Информационной системе ВМО (ИСВ)	Бразилия, Бразилия
15–16 июля	Тринадцатая сессия Исполнительного комитета ГЕО	Женева
17–18 июля	Совещание группы экспертов КСхМ по агрометеорологическим аспектам устойчивого сельскохозяйственного развития	Эдмонтон, Канада
21 июля– 1 августа	Выездной семинар по эксплуатации и обслуживанию автоматических метеорологических и гидрометрических станций	Буэнос-Айрес, Аргентина
23–25 июля	Вторая сессия Объединенного научного комитета ОГПО-ВПМИ	Женева
28–29 июля	Совещание Группы экспертов по городской и строительной климатологии Комиссии по климатологии	Женева
4–8 августа	Выездной семинар по эксплуатации и обслуживанию автоматических метеорологических и гидрометрических станций	Монтевидео, Уругвай
7–8 августа	10 Совещание Научно-консультативной группы ВМО по УФ (<i>при частичной поддержке ВМО</i>)	Фоз до Игуассу, Бразилия
7–8 августа	Рабочая группа по вопросам, связанным с климатом (РГ-ВК)	Токио, Япония
25–29 августа	Региональный симпозиум по изменению климата, продовольственной безопасности, повышению уровня моря и окружающей среде в Южной Азии	Дакка, Бангладеш
1–5 сентября	Группа по координации перехода к таблично ориентированным кодовым формам (ГК-ПТОКФ) и Группа экспертов по представлению данных и кодам (ГЭ-ПДиК)	Женева
1–4 сентября	29 Сессия МГЭИК	Женева
2–5 сентября	Группа экспертов по спутниковым системам –четвертая сессия и Группа экспертов по использованию спутников и продукции – четвертая сессия	Ланген, Германия
7–12 сентября	Десятая двухгодичная конференция ИГАК по устранению пробелов в химии атмосферы (<i>при частичной поддержке ВМО</i>)	Аннеси, Франция
8–11 сентября	Практический семинар ВМО-ВПИК-МПГ по КЛИПС в полярных регионах: выпуск климатической продукции, связи с пользователями и обучение	Санкт-Петербург, Российская Федерация
15–28 сентября	Учебно-практический семинар РА III по использованию продукции ГСОДП и МОН с целью инициирования демонстрационного проекта по прогнозированию суровой погоды в поддержку уменьшения опасности стихийных бедствий	Куритиба, Бразилия
15–18 сентября	ОГПО-КСН КОС: пятая сессия группы по координации осуществления комплексных систем наблюдений (ГКО-КСН-5)	Женева
15–19 сентября	Международный практический семинар по адаптации к изменению климата в сельском хозяйстве Восточной Африки	Уагадугу, Буркина Фасо
15–17 сентября	Учебно-практический семинар по оценке социально-экономической эффективности метеорологического и гидрологического обслуживания	София, Болгария

Всемирная Метеорологическая Организация

на 18 июля 2008 года

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

А.Д. Моура (Бразилия)

Члены Исполнительного Совета

(президенты региональных ассоциаций)

Африка (Регион I)

М.Л. Бах (Гвинея)

Азия (Регион II)

А.М.Х. Иса (Бахрейн)

Южная Америка (Регион III)

Р.Х. Виньяс Гарсиа (Венесуэла)

Северная и Центральная Америка (Регион IV)

С.Фуллер (Белиз)

Юго-Запад Тихого океана (Регион V)

А.Нгари (Острова Кука)

Европа (Регион VI)

В.К.Керлебер-Бурк (Швейцария)

Избранные члены Исполнительного Совета

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

* исполняющий обязанности члена

Президенты технических комиссий

Авиационная метеорология

К. Маклеод

Сельскохозяйственная метеорология

Дж. Сэлинджер

Атмосферные науки

М.Беланд

Основные системы

А.И. Гусев

Климатология

П.Бессемоулин

Гидрология

Б.Стюарт

Приборы и методы наблюдений

Дж. Нэш

Океанография и морская метеорология

П. Декстер и Дж.-Л. Феллоус

Члены Всемирной Метеорологической Организации

на 31 мая 2008 г.



Государства (182)

Австралия	Зимбабве	Марокко	Соломоновы Острова
Австрия	Израиль	Мексика	Сомали
Азербайджан	Индия	Микронезия, Федеративные	Судан
Албания	Индонезия	Штаты	Суринам
Алжир	Иордания	Мозамбик	Сьерра-Леоне
Ангола	Ирак	Монако	Таджикистан
Антигуа и Барбуда	Ирландия	Монголия	Таиланд
Аргентина	Иран, Исламская	Мьянма	Того
Армения	Республика	Намибия	Тонга
Афганистан,	Исландия	Непал	Тринидад и Тобаго
Исламское Государство	Испания	Нигер	Тунис
Багамские острова	Италия	Нигерия	Туркменистан
Бангладеш	Йеменская Республика	Нидерланды	Турция
Барбадос	Кабо-Верде	Никарагуа	Уганда
Бахрейн	Казахстан	Ниуэ	Узбекистан
Беларусь	Камбоджа	Новая Зеландия	Украина
Белиз	Камерун	Норвегия	Уругвай
Бельгия	Канада	Объединенная Республика	Фиджи
Бенин	Катар	Танзания	Филиппины
Болгария	Кения	Объединенные Арабские	Финляндия
Боливия	Кипр	Эмираты	Франция
Босния и Герцеговина	Кирибати	Оман	Хорватия
Ботсвана	Китай	Острова Кука	Центральноафриканская
Бразилия	Колумбия	Пакистан	Республика
Бруней-Даруссалам	Коморские острова	Панама	Чад
Буркина Фасо	Конго	Папуа-Новая Гвинея	Черногория
Бурунди	Корейская Народно-	Парагвай	Чешская Республика
Бутан, бывшая Югославская	Демократическая	Перу	Чили
Республика Македония	Республика	Польша	Швейцария
Вануату	Коста-Рика	Португалия	Швеция
Венгрия	Кот-д'Ивуар	Республика Корея	Шри-Ланка
Венесуэла	Куба	Республика Молдова	Эквадор
Вьетнам	Кувейт	Российская Федерация	Эритрея
Габон	Кыргызстан	Руанда	Эстония
Гаити	Лаосская Народно-	Румыния	Эфиопия
Гамбия	Демократическая	Сальвадор	Южная Африка
Гайана	Республика	Самоа	Ямайка
Гана	Латвия	Сан-Томе и Принсипи	Япония
Гватемала	Лесото	Саудовская Аравия	
Гвинея	Либерия	Свазиленд	
Гвинея-Бисау	Ливан	Сейшельские острова	
Германия	Ливийская Арабская	Сенегал	
Гондурас	Джамахирия	Сент-Люсия	
Греция	Литва	Сербия	
Грузия	Люксембург	Сингапур	
Дания	Маврикий	Сирийская Арабская	
Демократическая Республика	Мавритания	Республика	
Конго	Мадагаскар	Словакия	
Джибути	Малави	Словения	
Доминика	Малайзия	Соединенное Королевство	
Доминиканская Республика	Мали	Великобритании и	
Египет	Мальдивские Острова	Северной Ирландии	
Замбия	Мальта	Соединенные Штаты Америки	
			Территории (6)
			Британские Карибские
			территории
			Гонконг, Китай
			Макао, Китай
			Нидерландские Антильские
			острова и Аруба
			Новая Каледония
			Французская Полинезия

Bulletin



The Bulletin has been WMO's official journal since 1952. It is produced quarterly (January, April, July and October) in English, French, Russian and Spanish editions.

The main articles are centred round a chosen theme related to the work of the Organization in meteorology, climate, hydrology and water resources, oceanography, the environment and related fields and cover a wide range of topics such as research, information management, education and training, applications (energy, transport, tourism, agriculture, fisheries, etc.) and natural disaster risk reduction. These articles are of interest to the scientific and technical community but also to readers in a number of socio-economic sectors and the general public.

The Bulletin is printed in full colour. It is sent to the National Meteorological and Hydrological Services of WMO's 188 Members, government departments, universities and scientific societies, as well as to individual subscribers. Advertisements may be placed under certain conditions.

Subscription rates (Swiss francs (CHF))

	Surface mail	Airmail
1 year	60	85
2 years	110	150
3 years	145	195



Further information on the WMO Bulletin, including advertising conditions, can be found at
http://www.wmo.int/pages/publications/bulletin/index_en.html

For more information, please contact:

World Meteorological Organization

Communications and Public Affairs Office

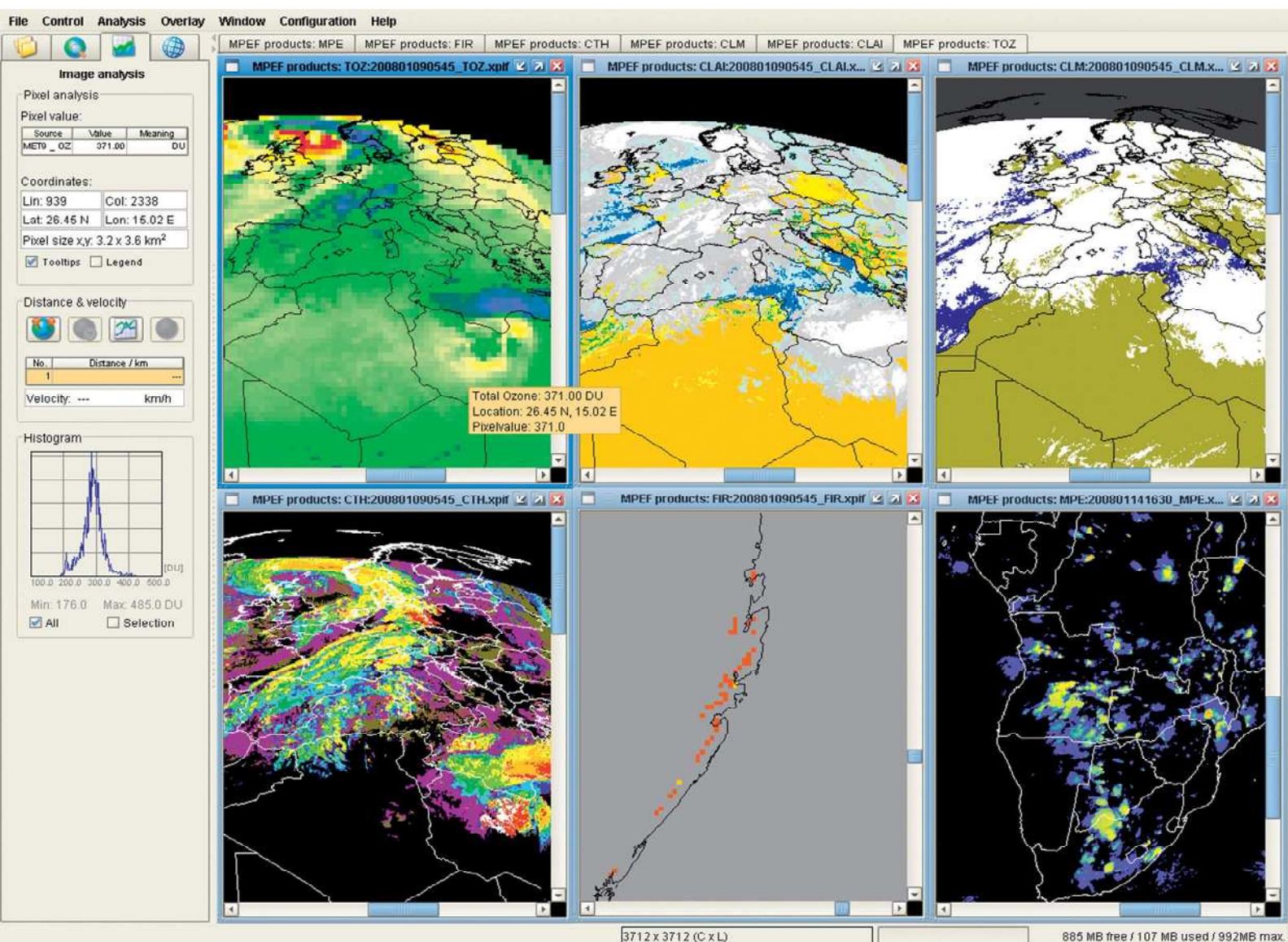
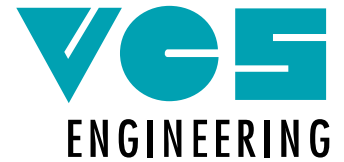
Tel.: +41 (0) 22 730 83 14 – Fax: +41 (0) 22 730 80 27

E-mail: cpa@wmo.int

7 bis, avenue de la Paix – P.O. Box 2300 – CH 1211 Geneva 2 – Switzerland

www.wmo.int

www.spacecom.vcs.de



GEONETCast and EUMETCast DVB User Stations

SpaceCom

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

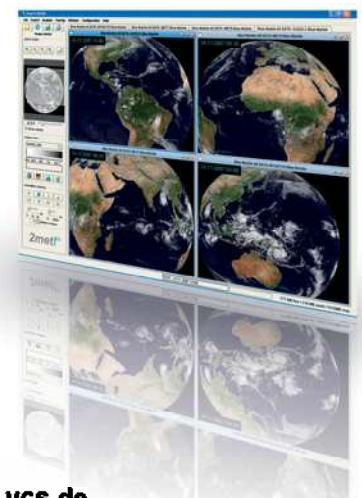
Currently, the EUMETCast dissemination system is providing a variety of data to the user community like HRIT, LRIT, RSS, HRI, IODC, DCP, MDD, EARS, DWDSAT, SAF and MODIS products. The GEONETCast concept is to use the multicast capability of a global network of communications satellites to transmit environmental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

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

Please ask us for your solution

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

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



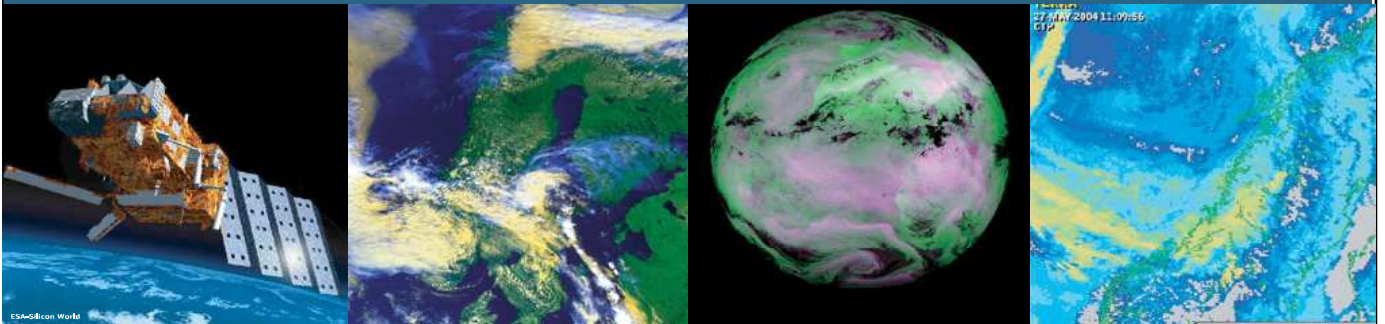


KONGSBERG

MEOS™

Multi-Mission Earth Observation System

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



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

MEOS™ POLAR

METOP HRPT

NOAA HRPT

Sea Star

FY-1

TERRA and AQUA DB



MEOS™ GEOSTATIONARY

GOES

MSG

MTSAT

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

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

www.spacetec.no

WORLD CLASS - *through people, technology and dedication*

Новаторское решение в метеорологии



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

Наши решения для метеорологии

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

Примеры наших решений для метеорологии

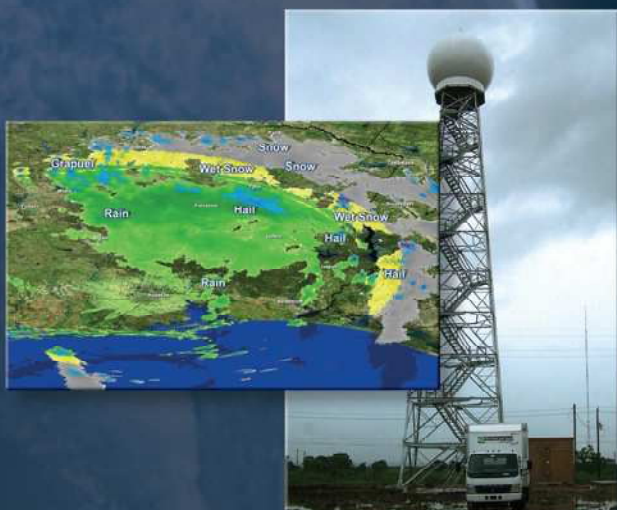
Пример последнего новшества компании «Бэрон»: компании «Бэрон Сервисез» и «Л-3 Коммюникейшенз» недавно получили зонтичный контракт «Скаут 24» на сумму в 43 млн долл. США от Национальной метеорологической службы США на модернизацию 171 объекта NEXRAD в целях обеспечения поддержки двойной поляризации.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

Наши интегрированные решения для метеорологии

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

Локализированные прогнозы для метеорологии

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



www.baronservices.com

4930 Research Drive
Huntsville, Alabama 35805

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

international_sales@baronservices.com



**SOLUTIONS FOR PRECISE
MEASUREMENT OF SOLAR RADIATION
AND ATMOSPHERIC PROPERTIES**



Kipp & Zonen's passion for precision has led to the development of a large range of high quality instruments: from all weather resistant Pyranometers to complete measurement networks.

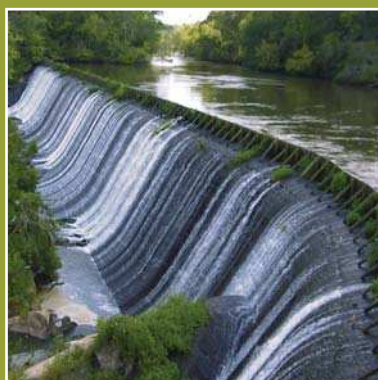


Kipp & Zonen B.V.
Delftechpark 36, 2628 XH Delft
P.O. Box 507, 2600 AM Delft
The Netherlands

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

PASSION FOR PRECISION





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