

**Международный научный симпозиум
„Вода в Центральной Азии“**

24–26 ноября 2010 г.

г.Ташкент

**Сборник рефератов
докладов**



Благодарность

Мы благодарим Германское Федеральное Министерство иностранных дел за финансирование данного мероприятия в рамках Германской водной инициативы для Центральной Азии. За помощь в организации симпозиума нам бы также хотелось поблагодарить местного организатора и принимающую сторону НИЦ МКВК, а также весь персонал НИЦ МКВК и GFZ, принявших участие в подготовке симпозиума и его материалов.

Материалы Международного научного симпозиума «Вода в Центральной Азии», который проводится в городе Ташкенте (Узбекистан) с 24 по 26 ноября 2010 года

Организаторы: Немецкий центр исследования Земли GFZ, г. Потсдам (Германия)

Научно-информационный центр Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии (НИЦ МКВК), г. Ташкент (Узбекистан)

Редакционная коллегия: Б.Мерц, В.Духовный, К.Унгер-Шаестех

Обложка: Токтогульское водохранилище, лето 2008г., © CAIAG 2008

Содержание

Введение	6
Сессия 1 Оценка водных ресурсов в Центральной Азии: прошлое, настоящее и будущее положение	8
Моделирование региональных атмосферных процессов для целей гидрологического анализа	9
Методический подход к оценке влияния изменения климата на водные ресурсы Узбекистана	10
Прогнозирование климата для Центральной Азии при помощи региональной климатической модели REMO.....	11
Моделирование будущего водного баланса с помощью гидрологической модели и с использованием результатов региональной климатической модели....	13
Моделирование процессов управления водными ресурсами в бассейнах рек Сырдарья и Амударья: опыт и перспективы	14
Поступление воды в реки северного склона Жетысу Алатау в результате деградации ледников	15
Структура водных ресурсов Центральной Азии и перспективы их использования при любых сценариях климатических и антропогенных изменений	16
Оценка качества воды реки Зарафшан: прошлое и настоящее.....	18
Типы водообмена в гидрогеологических структурах Ферганской долины	19
Интегрированные экологические попуски при управлении водой для поддержания услуг экосистемы ветландов – опыт, полученный в рамках проекта EU NeWater - «Исследования в нижнем течении бассейна реки Амударьи».....	20
Сессия 2 – Использование водных ресурсов в сельском хозяйстве: процессы, моделирование и практическое применение	22
Текущие проблемы в орошаемом земледелии Центральной Азии и будущие решения	23
Двухставочный тариф: альтернативная ценовая политика для Ассоциаций водопользователей в Центральной Азии	25
Роль концепции виртуальной воды в засушливых зонах Центральной Азии: на примере производства хлопка и пшеницы в Хорезмской области Узбекистана.....	26
Методы определения оптимального водопотребления при производстве хлопка..	27
Эффективное управление засолением почв на основе современных инструментов мониторинга и моделирования	28

Мониторинг экологических последствий развития орошения в Центральной Азии.....	29
Гидрохимический состав и содержание стабильных изотопов на разных участках дельты реки Амударья и динамика взаимодействия поверхностных и грунтовых вод.....	30
Развитие управления спросом для повышения продуктивности воды в сельском хозяйстве	32
Технологические аспекты управления водными ресурсами в проекте “ИУВР Фергана».....	33
Опыт институционального строительства в проекте «ИУВР-Фергана»	34
Инициирование проектов SCADA в ирригационных округах долины Нижнего Рио Гранде, Техас, США.....	36
Торговля виртуальной водой в Узбекистане	37
Повышение эффективности орошения на засушливых землях Узбекистана в условиях нестабильной водообеспеченности.....	38
1Группа управления фермерским хозяйством, Факультет сельского хозяйства и садоводства, Берлинский Университет имени Гумбольдта, Германия Ошибка! Закладка не определена.	
Возможности повышения продуктивности использования водных ресурсов на уровне хозяйства в выбранных фермерских хозяйствах вдоль Южно-Ферганского канала	40
Учет влияния изменения уровня дохода при проектировании будущей потребности в воде для продовольственного потребления в Центральной Азии на примере Узбекистана.....	41
Рынок воды в Центральной Азии: амбиции и действительность.....	42
Сессия 3 – Методы дистанционного зондирования и информационные системы для устойчивого управления водными и земельными ресурсами.....	43
Возможности дистанционного зондирования для устойчивого управления водно-земельными ресурсами аридных экосистем.....	44
Дизайн и разработка Информационной Системы по устойчивому управлению земельными ресурсами (ИС-УУЗР) в рамках программы ИСЦАУЗР: Фаза 1.....	46
Свойства земной поверхности региона Центральной Азии, полученные дистанционными измерениями, для улучшения понимания взаимодействия системы климат-вода-растительность.....	47
Оценка распределения растительного покрова.....	49
Использование LADA методологии для развития национальной информационной системы по УУЗР для оценки и смягчения деградации земли и климатических изменений в Узбекистане	50
Оценка и применение средства измерения снежного покрова MODIS в Центральной Азии.....	51
Применение дистанционных измерений в гидрологии Центральной Азии.....	52

Роль информационных технологий в управлении качеством водных ресурсов в трансграничных реках Центральной Азии	54
Сеть гидрометеорологического и GPS-мониторинга в режиме реального времени в Центральной Азии	55
Сессия 4 – Динамика криосферы и ее роль в гидрологическом цикле в Центральной Азии	56
Изменения в объеме ледников в бассейнах Пянджа и Вахша. Применение простой параметризации для оценки прошлого и будущего изменения ледников в бассейнах рек Пяндж и Вахш и его сравнение с другими горными хребтами	57
Оценка текущего состояния горных ледников в выборочных районах Гиссаро-Алая и их изменений за 45 лет с помощью снимков ASTER	58
Изменение оледенения западного Памира (хребты Рушан и Шива)	59
Реконструкция баланса массы ледника на основе гидрологической модели WASA.....	60
Новый кадастр ледников для бассейна верхнего Нарына и первые результаты экспедиции 2010 года	61
К вопросу о формировании ледниковых отложений в нивальной зоне в период дегляциации (за последние сорок лет)	62
Каталогизация горных ледников и генерализация их распределения по материалам дистанционного зондирования	63

Введение

Центральная Азия сталкивается с большими проблемами, связанными с водными ресурсами, такими как нехватка воды, ухудшение ее качества и неэффективное водопотребление.

Воздействие изменения климата на водные ресурсы региона еще подробно не изучено, несмотря на то, что многие ученые-специалисты из Центральной Азии и других стран исследовали данное воздействие в различных масштабах. Результаты, полученные на основе различных научных подходов, таких как анализ трендов климатических параметров, климатическое и гидрологическое моделирование, должны быть сравнены и обоснованы для того, чтобы предоставить общую картину водного баланса региона в будущем. Более того, необходимо рассмотреть и оценить различные возможные сценарии климатических изменений.

Однако необходимо исследовать не только будущую ситуацию с водными ресурсами в Центральной Азии. В настоящее время водники сталкиваются с острой нехваткой данных, что усложняет поиск решений в области управления водными ресурсами. Более того, далеко не все процессы, влияющие на водный баланс, изучены в достаточной степени как, например, динамика взаимодействия грунтовых и поверхностных вод. На сегодняшний день, данные по параметрам земельного покрова и водных ресурсов, основанные на космических наблюдениях, имеют большие возможности заполнить эти пробелы. Ожидается, что их внедрение в модели водного баланса существенно улучшит управление водными ресурсами.

Международный научный симпозиум «Вода в Центральной Азии» организован Немецким центром исследования Земли GFZ совместно с Научно-информационным центром Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии (НИЦ МКВК). Симпозиум организован при финансовой поддержке Федерального Министерства иностранных дел Федеральной Республики Германия в рамках проекта CAWA, который является частью Центрально-Азиатской водной инициативы (также известной как Берлинский процесс).

Международный симпозиум сфокусирован на прикладных исследованиях представляющих основу для управления водными ресурсами в Центральной Азии, а также на сближении ученых и практиков в области водных ресурсов.

В частности, целями данного симпозиума являются

- представление и обсуждение предварительных результатов проекта CAWA,
- обзор текущих достижений в области исследований в ЦА,
- обсуждение новых научных методов и подходов для решения водных проблем в ЦА,
- обсуждение региональных приоритетов в области исследований,
- поддержка регионального сотрудничества различных научных институтов из ЦА и Евросоюза,
- обеспечение основы для укрепления международных связей путем взаимного обмена опытом.

Мы желаем успеха симпозиуму, а также активных и плодотворных научных обсуждений его участникам!

Ташкент, ноябрь 2010 года

Проф. Бруно Мерц

Немецкий центр исследования Земли GFZ

Проф. Виктор Духовный

Научно-информационный центр
Межгосударственной координационной
водохозяйственной комиссии (НИЦ
МКВК)

Сессия 1 – Оценка водных ресурсов в Центральной Азии: прошлое, настоящее и будущее положение

Глобальные изменения повлияют на количественное распределение во времени и на качество располагаемых природных водных ресурсов в Центральной Азии - с последствиями для водопользования. На данной сессии будет обсуждаться оценка динамики изменения водных ресурсов при помощи климатических и гидрологических моделей, путем анализа тенденций изменений, а также разработки и оценки будущих сценариев.

Председатели сессии: Д-р Сергей Ворогушин, д-р Наталья Агальцева

Моделирование региональных атмосферных процессов для целей гидрологического анализа

Гаральд Кунстман

Технологический институт Карлсруе, Институт метеорологических и климатических исследований IMK-IFU

Глобальное потепление сопровождается изменениями в распределении атмосферных осадков во времени и пространстве и в наземном гидрологическом цикле. Оценка сопутствующего изменения водообеспеченности в долгосрочном периоде, в частности рисков, связанных с наводнениями и засухой, представляет одну из главных задач гидрологических и климатических исследований. Ее можно выполнить только с помощью совместного использования и взаимоувязки систем моделирования атмосферных и наземных процессов.

Модели глобального климата и атмосферы имеют очень низкую разрешающую способность, чтобы можно было получить результаты по водным ресурсам и потокам на уровне водосборного бассейна и региона. Динамические и статистические подходы регионализации устраняют разрыв между глобальными климатическими прогнозами и их региональным приближением. Здесь обсуждаются возможности и ограничения динамического уменьшения масштаба с высоким разрешением с помощью региональных моделей атмосферы. Особое внимание уделяется возможности подобных моделей воспроизводить наблюдаемые характеристики осадков и температуры в разных климатических регионах.

В заключение, для сложного горного региона в Альпах приводятся первые результаты исследования чувствительности свойств поверхности земли и боковых притоков в малом масштабе к атмосферным процессам и распределению осадков.

Методический подход к оценке влияния изменения климата на водные ресурсы Узбекистана

Наталья Агальцева, Виктор Чуб

Центр гидрометеорологической службы (Узгидромет), Узбекистан

Проблема оценки чувствительности водных ресурсов по климатическим сценариям становится актуальной по мере того, как изменения климата становятся более заметными для региона и влияют на все элементы формирования водных ресурсов и их изменчивости.

Данные мониторинга климата показывают следующее:

- Имеется тенденция повышения температуры воздуха и изменения продолжительности холодного и теплого сезонов для территории Центральной Азии;
- Аридность климата усиливается;
- Зона формирования стока и зона рассеяния стока сложно реагируют на последние изменения климата и антропогенное воздействие.

Степень воздействия ожидаемых изменений климата на режим рек в регионе можно оценить с помощью надежных математических моделей формирования стока (например, модель НИГМИ), которые основываются на бассейновых принципах.

Базовая математическая модель (AISHF) описывает полный цикл формирования стока с учетом основных факторов и процессов, таких как осадки, динамика снежного покрова, испарение, вклад талых и дождевых вод в водосборы, ледниковый сток, трансформация стока и его потери в бассейне. Комплекс моделей состоит из модели формирования снежного покрова для горных бассейнов, модели ледникового стока, модели трансформации притока талых и дождевых вод в общий сток.

Были разработаны климатические сценарии, базирующиеся на моделях глобальной атмосферной и океанической циркуляции (GMAOC) с помощью программы MAGICC/SCENGEN. MAGICC/SCENGEN обобщает информацию по структуре региональных климатических измерений, которая получена различными GMAOC с выходными результатами простых моделей. Результаты по шести моделям были усреднены и был проведен анализ вследствие существующей неточности GMAOC, в итоге сделан вывод, что необходимо разработать более надежные сценарии.

Разработанные климатические сценарии являются информационной платформой для получения оценки по изменениям стока в зоне его формирования с помощью математического моделирования.

Прогнозирование климата для Центральной Азии при помощи региональной климатической модели REMO

Маркус Мюллер, Хейко Паэт

Вюрцбургский университет, Институт географии, Германия

Эта презентация представит примеры попыток анализа климатических условий в Центрально-азиатском регионе в прошлом и в будущем на основе региональной климатической модели.

При запуске двухступенчатой Глобальной климатической модели ECHAM 5 был использован сценарий A1B для форсирования запуска модели, адаптированной для всего региона Центральной Азии. Модель ECHAM 5 не оказалась посторонней в комплексе общего протокола управления информацией CMIP при работе Глобальной климатической модели для территории Центральной Азии.

Для уменьшения физического масштаба была применена региональная климатическая модель REMO 2009. При первом запуске масштаб пространственного разрешения был установлен на значении $0,5^\circ$, покрывающем территорию от 5° северной широты до 65° северной широты и от 30° восточной долготы до 110° восточной долготы и на период времени с 1950 по 2100 годы. Эта прогонка была использована для проверки достоверности данных на фоне наблюдений и повторно проанализированных наборов данных наблюдений, таких как ERA. Для некоторых климатических параметров, представленных моделью, обнаружилась необходимость поправки на смещение, и в результате были получены поправочные коэффициенты. Имеется ряд причин смещения, частично вследствие недостаточных знаний о свойствах почвы в данной зоне, частично из-за свойств модели (т.е. стандартный REMO не учитывает орошаемые площади).

Следующим шагом было снижение разрешения до значения примерно $1/6^\circ$ (представив в форме вложения в REMO в режиме $0,5^\circ$), покрывающего зону от 25° северной широты до 45° северной широты и от 55° восточной долготы до 83° восточной долготы и охватывающего промежуток времени с 1961 по 2100 годы. Требование на время вычисления регулируется на основе числовой координаты. Таким образом, при ограниченных вычислительных ресурсах исследуемая площадь должна быть меньше по сравнению с площадью при меньшем разрешении.

Данный режим с высоким разрешением обеспечил новыми элементами распределения климатических параметров в Центральной Азии, в особенности для базисных переменных гидрологического цикла.

Данная презентация покажет имеющиеся продукты наборов данных с координатной привязкой к информации, полученной в результате заключительной обработки статистических данных. Это включает средние значения, экстремальные значения и временной ряд для координатной сетки, а также продукты, не связанные с координатной сеткой. Например, для регионов, имеющих достаточно материалов по

многoletним наблюдениям осадков, можно вычислить участок для суточных наблюдений осадков. Здесь при помощи метеорологического датчика можно настроить выход модели для каждого требуемого места в пределах региона к характеристикам наблюдаемых осадков.

Моделирование будущего водного баланса с помощью гидрологической модели и с использованием результатов региональной климатической модели

Дорис Дутман¹, Аброр Гафуров¹, Андреас Гюнтер¹, Маркус Мюллер², Хейко Паэт², Сергей Ворогушин¹, Янек Зиммер¹

*1 GFZ Немецкий центр исследования Земли, отдел гидрологии,
Потсдам, Германия*

*2 Университет Вюрсбурга им. Юлиуса Максимилиана,
Институт географии, Вюрсбург, Германия*

Центральная Азия в сильной степени зависит от воды для орошения и выработки гидроэлектроэнергии. Темпы потепления, наблюдаемые здесь, выше мирового среднего, и в будущем изменение климата может быть существенным фактором, влияющим на водообеспеченность. В данном исследовании будет оцениваться потенциальное влияние изменения климата на будущую водообеспеченность с помощью гидрологической модели в сочетании с результатами региональной климатической модели (RCM). Здесь мы представим результаты по бассейну Карадарьи в Кыргызстане.

Гидрологическая модель WASA была адаптирована и настроена на данный регион. Это включало интерполяцию входных метеоданных и региональную параметризацию для данных по растительности и почвам. Пространственная интерполяция осадков важна для правильного представления формирования стока, но в регионе с дефицитом данных и сложным рельефом это не является простой задачей. Здесь мы сопоставляем два подхода; с одной стороны, территориальное распределение осадков выводится из мультилинейной регрессии, а с другой стороны, из данных ERA-40, которые были приведены к меньшему масштабу с помощью RCM WRF до разрешения с. 12 км. Преимущество использования результатов RCM на основе данных ERA-40 заключается в том, что поле ветра известно для RCM и поэтому эффекты наветренной/подветренной стороны должны быть представлены более подходящим образом, однако результаты RCM зачастую имеют отклонение. Тогда гидрологическая модель автоматически калибруется по данным расхода с помощью алгоритма DDS.

В частности, для горных районов Кыргызстана и Таджикистана прямые результаты глобальных климатических моделей не подходят для изучения воздействия на водообеспеченность. В рамках проекта CAWA, результат глобальной климатической модели ECHAM5 динамически приводится к меньшему масштабу до разрешения 1/6° с помощью RCM REMO. Мы покажем первые результаты использования гидрологической модели с данными по климату для формирования будущего сценария.

Моделирование процессов управления водными ресурсами в бассейнах рек Сырдарья и Амударья: опыт и перспективы

Анатолий Сорокин

НИЦ МКВК, Узбекистан

В докладе приводятся результаты научных исследований НИЦ МКВК по разработке и адаптации интегрированных моделей управления водными ресурсами бассейнов рек Сырдарья и Амударья на краткосрочный (1-2 года) и долгосрочные (20-25 лет) периоды. Теоретическая основа данного направления и архитектура комплекса моделей была детально разработана на примере Чирчик-Ахангаран-Келесского бассейна (проект RIVERTWIN). Информационное обеспечение моделей – региональная база данных (проект CAREWIB – www.cawater-info.net).

Адаптация выработанных подходов и методов для бассейнов рек Сырдарья и Амударья предполагает ряд специальных исследований и разработок в отдельных направлениях (речная сеть, регулирование стока каскадом ГЭС, экологические требования бассейна, экономическая оценка воздействия управления водно-энергетическими ресурсами и т.д.).

Бассейновая интегрированная модель должна позволить, в рамках созданного пользователем Проекта, строить различные стратегии управления водными и энергетическими ресурсами в целом по бассейнам, а также по отдельным областям (зонам планирования) государств Центральной Азии, учитывая возможные сценарии социально-экономического развития стран, сценарии возможного изменения климата, экологические ограничения и требования (водные экосистемы, Аральское море), сценарии размещения сельскохозяйственных культур и др. Таким образом, программно-информационный комплекс должен включать: модель распределения водных ресурсов и регулирования стока водохранилищными гидроузлами с ГЭС (водные и энергетические балансы и др.), модель зоны планирования (расчет с/х производства, водообеспеченности орошаемых земель, водный баланс орошаемых земель), социально-экономическую модель (расчет индикаторов по секторам экономики), БД и интерфейс.

Поступление воды в реки северного склона Жетысу Алатау в результате деградации ледников

Всеволод Голубцов, Анастасия Линейцева

Региональный центр гидрологии, Алматы, Казахстан

Оценка поступления воды в реки северного склона Жетысу Алатау, вызванного таянием многолетних запасов горных ледников, рассматривается на примере бассейна реки Каратал.

Река Каратал расположена на северо-западном склоне Жетысу Алатау.

Для оценки стока реки Каратал и ее притоков были использованы дифференциальные интегральные кривые.

Анализ дифференциальных интегральных кривых за период 1932...2009гг. показал, что сток исследуемых рек увеличился с середины 80-х 20 века в связи с природными и антропогенными изменениями климата и деградацией ледников.

Средний сток рек за период 1987 ... 2009гг. был намного выше, чем за предыдущий период 1932 ... 1986гг.

Деградация ледников в бассейнах рек Каратал и Коксу наблюдалась, как минимум, с 1956 года. Однако до середины 80-х прошлого века от таяния ледников не было поступления воды в эти реки.

Увеличение стока во второй половине периода (1987...2009) по сравнению с первой половиной (1932...1986) было гораздо выше для рек, чьи бассейны характеризуются большей площадью обледенения. Это значительное увеличение стока, как мы предполагаем, в основном произошло из-за поступления дополнительного объема воды в результате деградации ледников в бассейнах рек.

Сопоставление данных стока реки Шизин, чей бассейн характеризуется незначительным оледенением (11,6 км²), и реки Каратал, бассейн которой покрыт большим числом ледников (76,7 км²), показывает, что увеличение стока за период 1987 2009гг. в реке Каратал составило 10,0 м³/с (т.е. на 40 % больше, чем за период 1932 1986гг.), а на реке Шизин - 2,4 м³/с (на 21,4 %). Также было выполнено сравнение стока реки Коксу и реки Шизин. За период 1987...2009гг. сток реки Коксу вырос на 11,6 м³/с (на 35,3 %).

Поступление воды в реку Каратал в результате деградации ледников стало заметным только с середины 80-х прошлого века. Как следствие, за период 1956 ... 2009гг. поступление воды в реки составило 3,98 км³ по реке Каратал и 3,66 км³ по реке Коксу. В отношении ледовой составляющей стока это 67,8 % для реки Каратал и 45,1 % для реки Коксу. Относительно годового стока этих рек это 7,83 % для Каратала и 5,61 % для Коксу.

Результаты анализа указывают на возможность использования этой оценки изменения стока в процессе деградации ледников также для других горных речных бассейнов.

Структура водных ресурсов Центральной Азии и перспективы их использования при любых сценариях климатических и антропогенных изменений

Александр Мандичев

*Центрально-Азиатский Институт прикладных исследований Земли,
Кыргызстан*

Структура системы водных ресурсов Центральной Азии представлена такими основными элементами, как ледники, озера и водохранилища, бассейны подземных вод. Эти элементы характерны для всей Центральной Азии с преобладанием первых в горных странах и последних в равнинных странах.

Независимо от направления развития климатических условий в Центральной Азии, будь то в сторону засушливости или чрезмерной увлажненности, очевидно, что оптимальным вариантом в области такого элемента системы водных ресурсов как речной сток является максимально зарегулированный сток посредством водохранилищ. Размещение водохранилищ оптимально на территории горных районов, где возможно обеспечить максимальный объем при минимальных площадях и, соответственно, минимальные экологические потери, а также потери почвенных ресурсов. В этом случае в многоводный период будет смягчаться негативное воздействие паводков, в маловодный период можно использовать накопленные запасы воды в интересах всего Центрально-Азиатского региона.

В условиях любой направленности климатических изменений, независимо от природы и характера, необходимо комплексное использование всех элементов гидрологической системы. Это означает, что необходимо быть готовыми к гибкой стратегии использования этих или других элементов, в зависимости от реальных условий и требований. Таким образом, в условиях общей продолжительной засушливости, последней границей являются подземные воды. В этом случае на их использование должно перейти большинство приоритетных потребителей и, второе, необходимо пересмотреть источники и объемы водопользования.

При наличии гидравлической связи между подземными бассейнами и рекой имеет место регулирование речного стока и запасов подземных вод, на основе чего на практике применяется технология искусственного пополнения подземных вод. Возможное регулирование процесса таяния ледников было протестировано для настоящего времени в экспериментальных вариантах путем уменьшения альbedo льда или покрытия теплоизолирующим экраном.

Очевидным моментом при любых сценариях изменения водных ресурсов является достижение оптимального, рационального водопользования во всех отраслях на основе новых технологий.

Касательно долгосрочных прогнозов тенденций изменения климата в Центральной Азии, необходимо отметить неточность линейных экстраполяций, в частности, повышения температуры приземного слоя воздуха. Ученым точно известно, что в системе геосферы всегда имелись циклические нелинейные изменения всех климатических параметров. Это означает, что мировая тенденция повышения температуры неизбежно сменится тенденцией снижения температуры за счет набора

компенсирующих механизмов геосферы, намного более энергетически мощных, чем влияние парниковых газов, объявленное причиной глобального потепления.

Человечество и его Центрально-Азиатская часть должны быть готовы в технологическом аспекте к любым вариантам изменения климата посредством оптимальной адаптации к ним, чем сейчас. В то же время, оно неплохо справляется с этим, о чем свидетельствует факт нашего существования.

Оценка качества воды реки Зарафшан: прошлое и настоящее

Малика Икрамова, Ифода Ахмедходжаева, Феруз Юсунов

*Центрально-азиатский научно-исследовательский институт ирригации,
Ташкент, Узбекистан*

Река Зарафшан является одним из наиболее чистых притоков Амударьи. Стекая с горной области Таджикистана, река встречает на своем пути известные города – Самарканд, Навои и Бухару. В настоящее время Зарафшан больше не доходит до Амударьи из-за разбора ее воды на орошение сельскохозяйственных земель.

Бассейн Зарафшана имеет повышенное значение для экономики Узбекистана, в основе которой лежит вода. В бассейне реки проживает около 6 миллионов человек или 11% населения Узбекистана. Население постоянно увеличивается. Социально-экономические проблемы региона связаны с интенсивным использованием речной воды, являющейся особым водным ресурсом в этом регионе. Помимо интенсивного земледелия, антропогенная нагрузка формируется несколькими промышленными районами. Согласно национальному отчету Узбекского комитета по охране природы от 2004 г., экологический статус бассейна реки Зарафшан имеет решающее значение.

В рамках проекта «Влияние переходных процессов на оценку экологического риска и стратегий по управлению риском в Центрально-Азиатском трансграничном бассейне (Зарафшан)», финансируемого Фондом Фольксвагена, были исследованы обозначенные выше проблемы и разработаны рекомендации по смягчению ситуации.

В представленной работе по оценке качества воды особое внимание уделяется тому, как орошение и промышленные сточные воды влияют на ситуацию с загрязнением. Изучены существующие в советский период стандарты качества и проведено их сравнение с настоящими узбекскими нормативами для питьевой, оросительной и промышленной воды. Изменение динамики качества воды было проанализировано и оценено на основе данных за последние 20 лет (советский и текущий периоды). Были исследованы станции, ведущие наблюдения за качеством поверхностной и грунтовой воды и источники баз данных, государственные стандарты качества воды и их сравнение с послесоветскими и международными нормами, методы тестирования и имеющееся оборудование, а также другие связанные с этим аспекты.

Исследовано распространение загрязняющих веществ, а также точечные и диффузные источники загрязнения в Самаркандском и Бухарском регионах, а также проанализировано качество воды Зарафшана за 1995, 2000 и 2007-2010 годы.

Типы водообмена в гидрогеологических структурах Ферганской долины

Мавлонов А.А., Джуманов Ж.Х., Чертков Ю.Т.

ООО «Институт ГИДРОИНГЕО», Узбекистан

В статье рассматриваются типы водообмена в гидрогеологических структурах Ферганской долины. Выделяются следующие типы месторождений подземных вод.

1. Месторождения подземных вод адырных прибортовых частей Ферганской впадины, гидравлически изолированные.

2. Гидравлически взаимосвязанные месторождения подземных вод конусов выноса и месторождения подземных вод Центральной Ферганы.

Выделяются следующие типы водообмена по: гидродинамическим признакам, условиям синхронности питания (линейная, площадная и др.) и разгрузке (суммарное испарение, выклинивание и др.).

А. Региональный асинхронный (по питанию и разгрузке – дренирование подземных вод) –тип водообмена многолетний, характерен для месторождений подземных вод прибортовых частей Ферганы и конусов выноса с темпом (длительности) водообмена равным 3-5 лет.

По данным мониторинговых исследований уровня режима грунтовых вод, установлено на конусах выноса запаздывание (асинхронность) выклинивания от времени питания на 2-3 месяца. При нестационарном режиме питания (инфильтрация) движение подземных вод происходит под действием двух сил: а) передача гидростатических давлений (уровне и пьезопроводность), по закону Паскаля; б) миграция грунтовых вод, по закону Дарси. Поэтому величина выклинивания подземных вод на конусах выноса коррелируется на синхронологических графиках разными расходам рек, и интегральной кривой (Гейнц, 1969).

Б. Локальный синхронный (сезонный) тип водообменных зон: запаздывание выклинивания питания, составляет 3-7 месяцев, характерен для орошаемых земель при неглубоком залегании уровня грунтовых вод (месторождения подземных вод конусов выноса и Центральной Ферганы).

Выделенные типы и темпы водообмена могут быть использованы при интегрированном управлении ресурсами подземных и поверхностных вод.

Интегрированные экологические попуски при управлении водой для поддержания услуг экосистемы ветландов – опыт, полученный в рамках проекта EU NeWater - «Исследования в нижнем течении бассейна реки Амударья»

Умид Абдуллаев¹, Владислав Тальских², Гульчехра Хасанханова¹, Раиса Таряникова², Иля Жолдасова³ и Майя Шлютер⁴

- 1. Институт UZGIP, МСВХ, Ташкент, Узбекистан.*
- 2. Научно-исследовательский институт Гидрометеорологии, Узгидромет, Ташкент, Узбекистан*
- 3. Каракалпакский отдел Академии Наук Узбекистана, Институт Биоэкологии, Нукус, Узбекистан*
- 4. Лейпцигский Helmholtz Центр исследования окружающей среды. Лейпциг, Германия*

Высыхание Аральского моря и дельты Амударья вызвало существенное повреждение водных и наземных экосистем и, как полагают в Узбекистане, является наибольшим бедствием, созданным человеком. В дополнение к этому, прошлые десятилетия характеризовались глобальным изменением климата и увеличением числа аномальных погодных и климатических явлений, причинивших серьезный вред людям, экономике, и среде обитания.

Экосистемы заболоченных территорий дельты реки Амударья в течение многих столетий поддерживали местное население множеством экосистемных услуг. Мероприятия по управлению водой в многоводные годы создали в понижениях дельты систему старых и новых озер, которые поддерживали коммерчески ценные породы рыб, популяции ондатры, другие разновидности, а также производство тростника. Главное компромиссное решение при водопользовании в дельте - между использованием воды для орошения и для производства рыбы в дельтовых озерах. Между сектором ирригации, рыболовством и секторами охраны заболоченных местностей нет никакого взаимодействия, которое бы облегчило координацию и балансирование пространственно-временных водных потребностей. Аномальная засуха в 2000-2001гг, которая оказала самое сильное воздействие на компоненты ветландов, вызвала деградацию экосистемы, вплоть до полного разрушения ее функций.

Эта статья нацелена на повышение осведомленности о возможности улучшения условий для повышения услуг экосистемы заболоченных территорий в нижнем течении реки Амударья, объединяя их требования в схемы водораспределения. Мы развиваем и анализируем несколько будущих сценариев управления водой/водопользованием и оцениваем их значения для условий экологических попусков при климатической неопределенности, потенциал и выгоды предложенных вариантов, также как и необходимые шаги в их реализации. Результаты указывают, что технические вмешательства перераспределения и увеличения эффективности должны сопро-

вождаться институциональными изменениями и двигаться вперед к многоцелевой системе водопользования, которая признает потребности и выгоды других водопользователей, помимо сельского хозяйства. Эта статья выдвигает на первый план потребность в мобилизации ресурсов и изменении восприятия социально-экономических выгод экологических попусков и использование знаний местных фермеров, рыбаков и местных сообществ для мониторинга и развития смягчающих мер.

Сессия 2 – Использование водных ресурсов в сельском хозяйстве: процессы, моделирование и практическое применение

Специалисты в области водных ресурсов в Центральной Азии сталкиваются с большими трудностями, такими как оптимальное водораспределение, повышение эффективности орошения, выбор подходящих культур, засоление почв. Все же, не все процессы, влияющие на эти вопросы, полностью изучены на сегодняшний день. На данном заседании будут рассматриваться процессы, воздействующие на сельскохозяйственную производительность, такие как взаимодействие между поверхностными и грунтовыми водами, а также методы мониторинга, интегрированные модели для специалистов в области водных ресурсов и подходы для повышения эффективности водопользования.

Председатели сессии: Проф. Виктор Духовный, Проф. Ханц-Георг Фреде

Текущие проблемы в орошаемом земледелии Центральной Азии и будущие решения

В. А. Духовный

*Директор, Научно-информационный центр Межгосударственной
Координационной Водохозяйственной Комиссии (НИЦ МКВК), Ташкент, Узбекистан*

Центральная Азия как древнейший регион мира, один из центров цивилизации, зародившейся около 4-5 тысяч лет тому назад на базе возникновения и развития орошаемого земледелия, всегда находился в тесной зависимости от воды как источника жизни, питания и существования человека. Вода объединила людей в их приспособлении к причудам природы, к колебаниям водных источников. Она заставила людей, накапливая опыт и знания, выработать определенные закономерности в сочетании астрономических, климатических и гидрологических явлений. Используя воду, земледельцы создали особую систему орошения, которая удивляла европейских и китайских путешественников многие столетия тому назад.

В результате интенсивного развития орошаемого земледелия в Центральной Азии в конце XX столетия, площади орошения увеличились вдвое и достигли 8,5 млн. га на территории бывших пяти республик, ныне самостоятельных государств региона. Это способствовало многократному увеличению производства сельскохозяйственной продукции и одновременно занятости и благосостояния населения. Нынешнее состояние орошаемого земледелия несет в себе наследие, как экономики, так и нового периода независимости. Основные проблемы орошения в регионе, как наследие старого:

- увеличение засоления, подъем уровня грунтовых вод;
- приспособленность всей системы к централизованному достаточно жесткому управлению сверху вниз со значительным государственным финансированием;
- недостаточный учет мнения самих водопользователей;
- неприспособленность к условиям рынка и самофинансированию системы.

Нынешний период характеризуется новыми вызовами:

- изменение климата и соответственно усиление повторяющихся экстремальных явлений.
- снижение степени управляемости вследствие уменьшения финансирования, структуризации сельского хозяйства и других водопользователей;
- появление трансграничных проблем в части перевода рек энергетическими ведомствами с режима ирригационного на энергетический;
- расформирование колхозов и совхозов и переход к мелкоразмерному фермерскому хозяйству; потеря инфраструктуры обслуживания.

С 2001 года МКВК организовала совместно с SDC и IWMI внедрение Интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР) в Ферганской долине на территории Кыргызстана, Таджикистана и Узбекистана. Осуществление комплекса этих работ на 3 уровнях водной иерархии позволило на площади 130 тысяч га снизить водозабор в вегетационный период с одного миллиарда кубометров в год до 750 млн. м³. В настоящее время этот подход распространяется уже на площади еще 250 тысяч га в Узбекистане.

Использование концепции ИУВР во всех странах Центральной Азии позволит еще более снизить удельные заборы воды, хотя они уже снижены в целом с 11,7 тыс. м³/га в 1990 году до 9,8 тыс. м³/га в 2009 году (www.cawater-info.net). Одновременно в рамках ИУВР развивается Консультативная служба, направленная на повышение продуктивности орошаемых земель и водопользования, в единую сеть взаимоотношений в этом направлении включаются мелиоративные службы и научно-исследовательские организации. Внедрение ИУВР применительно к трансграничным водам Центральной Азии позволяет увязать на уровне возможных решений, будущее развитие и будущие интересы стран региона в водных и энергетических ресурсах. Внедрение ИУВР может позволить региону выжить с достаточной подачей воды Приаралью и Аральскому морю на уровне 16 км³.

Двухставочный тариф: альтернативная ценовая политика для Ассоциаций водопользователей в Центральной Азии

Ойтуре Анарбеков¹, Кахрамон Жумабоев¹, Деннис Вишелнс²

¹ *ИВМИ-Центральная Азия, Узбекистан*

² *ИВМИ-Шри-Ланка*

Установление цены на воду и окупаемость эксплуатации и технического обслуживания ирригационной системы являются постоянными проблемами в течение многих десятилетий. Обсуждаются низкая цена на оросительную воду и малое количество фермеров, которые фактически платят за воду. В некоторых водохозяйственных организациях сбор платы за воду почти равен нулю, даже в тех случаях, когда цена на воду ниже затрат на эксплуатацию и техническое обслуживание объекта (Ahmand 2002г.; Easter 1993г.; Правительство Народной Республики Бангладеш, 2000г.; Svendsen et al., 1997г.). Это создает серьезные проблемы как для ирригационных организаций, так и, в конечном счёте, для фермеров. Если объем сбора оплаты не покрывает расходы на ирригационные услуги водохозяйственной организации, то ее устойчивость без непрерывной дотации со стороны правительства будет подвергаться риску.

В данной статье уделяется внимание, с исторической точки зрения, целям структуры тарифа и введению системы ценообразования на ирригационные услуги. Какие основные предпосылки для достижения первоочередных задач ценообразования на ирригационные услуги, и каким образом следует разработать эффективный механизм установления цены, исходя из местных условий, и выработать стратегию для достижения высоких показателей собираемости.

Структура данной статьи следующая: краткий обзор существующих в мире альтернативных систем ценообразования на ирригационные услуги. Затем анализ основного метода установления цены на стоимость ирригационных услуг, практикуемой в АВП Ферганской долины. Обсуждение преимуществ и недостатков системы ценообразования на ирригационные услуги, в настоящее время применяемой в Ферганской долине. Впоследствии обсуждается вопрос внедрения двухставочного тарифа на ирригационные услуги в АВП Ферганской долины. Будут представлены примеры внедрения двухставочного тарифа в АВП в рамках проектов ИУВР-Фергана и WPI¹. Отдельный раздел будет посвящен вопросу касательно выгоды и ограничений при введении двухставочной системы ценообразования на ирригационные услуги на уровне АВП. И, наконец, в итоге обсуждений будут даны рекомендации по расширению зоны внедрения двухставочного тарифа на ирригационные услуги.

¹ Проекты ИУВР-Фергана и WPI выполняются консорциумом ИВМИ и НИЦ МКВК в трех странах – Узбекистан, Таджикистан и Кыргызстан, при финансировании со стороны Швейцарского агентства по развитию и сотрудничеству (SDC).

Роль концепции виртуальной воды в засушливых зонах Центральной Азии: на примере производства хлопка и пшеницы в Хорезмской области Узбекистана

Инна Руденко¹, Уткир Джанибеков² и Джон Ламерс¹

*¹Проект ЦЭФ/ЮНЕСКО по реструктуризации ландшафта
Хорезмской области, Узбекистан*

²Центр Исследований по Развитию (ЦЭФ), Боннский Университет, Германия

Около 40% мирового продовольствия производится в орошаемом земледелии на 17% пахотных земель. Благополучие многих стран в засушливых и полузасушливых регионах зависит от орошаемого земледелия. Например, в Узбекистане, продовольственная самостоятельность, занятость и доход большинства сельского населения формируется в орошаемом сельском хозяйстве. Ежегодно большой объем воды направляется из рек в сельскохозяйственное производство, в то время как доля сельского хозяйства в ВВП составляет лишь 20%. Кроме того, неустойчивое водопользование фермерскими хозяйствами и состояние ирригационной и дренажной систем приводят к снижению производительности пахотных земель. Как показывает мировая практика, растущий дефицит водных ресурсов может привести к росту политической и социальной напряженности, а также к трансграничным конфликтам в вопросе водопользования. Следовательно, при рассмотрении будущих проблем по региональному водопользованию, важно добиться информированности общества о существующих проблемах в водопользовании, и найти более эффективные пути использования водных ресурсов.

Данная работа основана на комбинировании анализа стоимостной цепочки и виртуальной воды на примере основных сельскохозяйственных культур в Узбекистане – хлопчатника и озимой пшеницы – на конкретном примере Хорезмской области. Данное исследование предоставляет твердую базу для более информированного принятия решений для достижения устойчивости земельных и водных ресурсов и экосистем. Результаты исследования показывают, что с экономической точки зрения углубление местной хлопковой переработки позволит получать более высокие доходы. Однако, анализ виртуальной воды показывает, что при сложности управления 'серой' (отработанной) водой, получаемой при глубокой хлопковой переработке в текстильной промышленности, более устойчивым будет являться легкая обработка волокна в пряжу.

Основываясь на результатах исследования можно выделить две возможности для действий: (1) сокращение сельскохозяйственного водопользования через модернизацию ирригационной и дренажной системы и с помощью распространения инноваций; и/или (2) содействие переводу водопользования от более водопотребляющего сельскохозяйственного сектора к промышленному сектору. Увеличение эффективности водопользования, переработка продукции с более высокой добавочной стоимостью, а также широкая информированность водопотребителей о водных проблемах будут способствовать достижению водной и продовольственной безопасности в Узбекистане.

Методы определения оптимального водопотребления при производстве хлопка

Ивон Дернаеде, Гулом Умирзаков, Проф. Ханц-Георг Фреде

*Центр Международного Развития и Исследований Окружающей Среды (ZEU),
Гиссен, Германия*

Проект CAWA – Вода в Центральной Азии, РПЗ

Так называемый «водный след» ("water footprint" - объем пресной воды, затрачиваемый при производстве различных товаров или оказании услуг) Узбекистана приблизительно в пять раз выше, чем глобальный «водный след». Это является результатом не только высокого водопотребления хлопком, который является основной сельскохозяйственной культурой, выращиваемой в стране. Главным образом, это вызвано неэффективной практикой орошения: ирригационная инфраструктура устарела, а планы по организации орошения неэффективны.

В данной работе основное внимание мы уделяем изучению эффективности водопользования (ЭВП) при производстве хлопка в реальных условиях организации орошения. Цели нашей работы включают количественное определение непродуктивных потерь оросительной воды в вегетационный период, определение оптимального водопользования для роста хлопка и нахождение эффективного режима орошения на будущее.

Мы использовали информацию по почвенной влажности, уровню грунтовых вод, метеорологические данные, объемы поливов и данные по урожайности, полученные на основе мониторинга в вегетационный период 2010 года для оценки отдельных компонентов гидрологического цикла.

Эти данные будут использованы в модели CROPWAT для оценки фактической ЭВП и потерь на эвапотранспирацию. С помощью CROPWAT рассчитываются рекомендуемые объемы воды и графики поливов, которые будут сопоставлены с текущей практикой управления и поливов. Кроме того, были рассчитаны потери на испарение путем анализа изотопных фракций в образцах почвенной влаги в нескольких почвенных разрезах зоны наблюдения.

Мы обнаружили сильное поднятие уровня грунтовых вод, что вызвано текущей практикой орошения. Данное наблюдение указывает на то, что растения получают воду, главным образом, из грунтовых вод, а не за счет запасов почвенной влаги. Кроме того, результаты показывают, что большой объем поливной воды испаряется с зеркала грунтовых вод в вегетационный период вследствие высокого уровня грунтовых вод.

Эффективное управление засолением почв на основе современных инструментов мониторинга и моделирования

Акмал Акрамханов, Бернард Тишбейн, Усман Халид Аван

*Центр исследований по проблемам развития (ZEF), Боннский университет,
Германия*

Эффективность существующих методов управления засолением почв, ориентированных в основном на предсезонную промывку почв в соответствии со статическими нормами, ограничена, и не смотря на большие затраты воды уровень снижения засоленности почв сравнительно небольшой и часто затрагивает только верхние слои. Это продемонстрировано измерениями электромагнитной индукции пространственного распределения засоления почв в районе исследования. Для улучшения текущей ситуации, мы предлагаем подход, который объединяет интервенции, касающиеся промывки почв и накопления солей в течение вегетационного периода. Рекомендации по улучшению текущей практики основаны на внедрении передовых инструментов мониторинга с использованием современных технологий, таких как безопасный метод электромагнитной индукции, соединенный с GPS (глобальная система навигации и определения положения) и регистратором данных, и методов моделирования (н-р, HYDRUS). Вышеописанные инструменты мониторинга и моделирования обеспечивают информацию для оперативного реагирования, с учетом особенностей местности, на засоление почвы, изменяющееся во времени и пространстве. Для выполнения передовых стратегий промывки, необходима инфраструктура для измерения расхода воды на уровне поля. Поскольку установить сложные сооружения (лотки, водосливы) невозможно в короткие сроки, подходящим вариантом для оценки расхода может быть применение сифонов или использование гидравлических характеристик труб, находящихся в эксплуатации в настоящее время на полях. Как бесприоритетная ситуация, инфраструктура для измерения расхода способствует оптимизации процесса поливов в вегетационный период и установлению цен на воду на основе объемов в качестве стимула для экономии воды, используемой на поливы и промывку.

Мониторинг экологических последствий развития орошения в Центральной Азии *Галина Стулина*

НИЦ МКВК, Ташкент, Узбекистан

Широкомасштабное освоение орошаемых земель в Центральной Азии, которое достигло 8,3 млн. га, способствовало интенсивному развитию сельскохозяйственного производства во всех государствах региона, увеличению занятости в сельских районах, но одновременно привело к значительному ухудшению экологической ситуации, что отразилось по нескольким направлениям:

- поднятие уровня грунтовых вод и последующее постоянное отклонение под воздействием режима, типа и интенсивности орошения, а также дренажа;
- повышение уровня засоления земель;
- изменение минерализации подземных и речных вод;
- усыхание Аральского моря;
- опустынивание территории осушенного дна Аральского моря и дельты рек Амударья и Сырдарья.

В рамках проекта CAWA основное внимание уделялось мониторингу взаимосвязей между орошением и дренажом на примере Ферганской долины и Приаралья, где помимо практических наблюдений за динамикой грунтовых вод, в зависимости от режима орошения, собиралась и анализировалась данные по изменению уровня и минерализации грунтовых вод с 1985 по 2008 гг.

Второе направление исследований охватывало территорию Приаралья и осушенного дна Аральского моря, где общими силами немецких и местных специалистов был организован гидрогеологический, гидрологический, почвенный и экологический мониторинг.

В презентации приведены результаты исследования и программа организации постоянного мониторинга, объединяющего топографические съемки по репрезентативным точкам и дистанционные измерения для выявления процессов стабилизации в зоне экологического бедствия.

Гидрохимический состав и содержание стабильных изотопов на разных участках дельты реки Амударья и динамика взаимодействия поверхностных и грунтовых вод

Георг Шетлер¹, Хейди Оберхансли¹, Галина Стулина², Стефан Вейс³

1 Немецкий центр исследования Земли, динамики климата и эволюции ландшафтов GFZ, Потсдам, Германия

2 Научно-Информационный Центр Межгосударственной Координационной Водохозяйственной Комиссии – НИЦ МКВК, Ташкент, Узбекистан

3 Центр Гельмоца по исследованиям окружающей среды - UFZ, Галле, Германия

Современная система поверхностных вод в дельте Амударьи состоит из временных естественных рукавов реки, искусственных оросительных каналов, искусственных и естественных водоемов, и коллекторов, отводящих растворенные вещества вверх по течению. Гидрологические условия указывают на заметную сезонную изменчивость и подвержены сильному воздействию забора речной воды в верхнем течении для целей орошения. Помимо нескольких тысяч лет воздействия со стороны человека, дренажная система постоянно меняется вследствие осаждения огромного количества взвешенных материалов из реки, эолового перераспределения аллювиальных отложений и речной эрозии. Основными водоносными горизонтами на этой территории являются: (i) древнеаральские отложения, (ii) аллювиальные отложения, (iii) плиоценовые отложения, (iv) палеогеновые и позднемиоценовые и возможно раннемезозойские отложения.

Наше исследование нацелено на улучшение понимания генезиса грунтовых вод и динамики грунтовых и поверхностных вод в дельте Аральского моря. Во время трех экспедиций в 2009-2010 гг. мы собрали данные из (i) безнапорных подземных вод по трем кустам на юге Аральского моря, (ii) профилей водной поверхности в западной чаше Большого Аральского моря, (iii) артезианских скважин на юго-востоке Восточной чаши Аральского моря, (iv) нескольких почвенных разрезов. Выполняемые исследования включают анализ главных элементов и микроэлементов, радиохимические анализы, анализ состава стабильных изотопов и эксперименты с промыванием почвы.

Наши результаты поддерживают следующую упрощенную схему: воды из естественных рукавов реки и искусственных оросительных каналов, которые испытывают умеренное увеличение минерализации в нижнем течении в результате испарения, подпитывают безнапорные подземные воды. Поверхностные воды относительно обеднены Ca и Si за счет биогенных отложений CaCO₃ и поглощения Si диатомами. Капиллярный подъем в районах с высокими уровнями грунтовых вод приводит к выпадению карбонатов и гипса в критической зоне. Фильтрационные воды выщелачивают сезонно растворимые соли. Этот процесс вносит изменения в состав грунтовых вод, расположенных близко к поверхности, за счет увеличения содержания ионов с инертным поведением (n-p, Na, Cl, Mg, B, Br). Коллекторные воды, которые

отводят фильтрационные воды и грунтовые воды, показывают одинаковые гидрохимические характеристики. Естественные и искусственные временные озера и пруды могут быть сильно обогащены растворенными веществами за счет испарения и могут накапливать значительные объемы легкорастворимых солей.

Вода современного Аральского моря испытывает сезонное обогащение за счет испарения, разбавления осадками, грунтовыми водами и притоком речных вод и изменение в составе за счет химических осадений. Соотношения стабильных изотопов (δD и $\delta^{18}O$) безнапорных подземных вод подтверждают процессы смешения и испарения. Они визуализируют интрузию грунтовых вод в Аральское море.

Взаимосвязь между глубиной и минерализацией безнапорных подземных вод не наблюдалась на основе нашего набора данных. Однако минерализация подземных вод указывает на явные изменения в пространстве. Образцы с относительно низким содержанием растворимых солей расположены близко к естественным или искусственным каналам, которые сбрасывают или временно все еще отводят поверхностные воды в Большое Аральское море. Выпадение карбонатов в связи с испарением и растворение гипса порождает грунтовые воды типа $Na-SO_4(Cl)$.

Насыщение инертными ионами, такими как Na^+ и Cl^- в искусственных каналах по сравнению с их содержанием в Амударье в два раза выше. Содержание Na^+ и Cl^- в коллекторных водах в 15 раз выше. Коэффициенты обогащения Na^+ и Cl^- в безнапорных подземных водах варьируют от десятков до нескольких сотен. Западная чаша Большого Аральского моря насыщена Na^+ в 316 раз, а Cl^- в 450 раз. В самой концентрированной солевой котловине коэффициент обогащения для Cl^- составлял 1606, а для Na^+ - 1118. В целом более высокое обогащение Cl^- фиксируется от поступления продуктов выщелачивания почвы и/или соляных растворов, богатых $MgCl_2$.

Активность ^{222}Rn в безнапорных подземных водах варьирует от 0,2 до 9,2 Бк/л. По измерениям активности ^{226}Ra она приблизительно соответствует оценкам для равновесного высвобождения ^{222}Rn из твердых наносов в поры. Активность ^{222}Rn в подземных водах, хоть и относительно низкая, превышает активность ^{222}Rn в Аральском море в 1000 раз. Это делает ^{222}Rn чувствительным показателем к притоку подземных вод в Аральское море. Оценка территориального распределения такой низкой активности ^{222}Rn требует точных аналитических данных для содержания растворенного ^{226}Ra в подземных водах и в Аральском море. Активность ^{226}Ra в Аральском море в целом низкая. После предварительных оценок на основе измерений прироста ^{222}Rn гамма-спектрометрией, она варьирует от 1 до 10 мБк/л. Точное определение такой низкой активности ^{226}Ra представляет сложную задачу для нашей текущей аналитической работы.

Развитие управления спросом для повышения продуктивности воды в сельском хозяйстве

Мосен Барахими, Ином Норматов

*Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии, Академия наук
Республики Таджикистан*

Иран является дефицитной на воду страной с ограниченными осадками во многих местах. Орошение широко используется в стране для поддержки сельского хозяйства. Текущая техника поливов характеризуется довольно низкой продуктивностью воды вследствие потерь в системе и неэффективных схем вододеления. В качестве директивы по управлению оросительными системами был принят Национальный водохозяйственный документ (НВД), который должен улучшить данную ситуацию. Технические спорные моменты в НВД относятся к недостаточному вниманию к местным условиям, связанным с почвами, сельхозкультурами, средними значениями метеоданных и пространственно дифференцированными кпд каналов. В результате этого, кажется, что спрос на оросительную воду по НВД значительно отличается от реального спроса, и что нет надлежащей подачи воды во времени и пространстве. Тем не менее, закон требует выполнения НВД. Главная цель этой работы – повысить продуктивность воды и эффективность распределения воды в оросительных системах Ирана. Это будет выполнено посредством пересмотра НВД и введения его в действие путем обеспечения ответственных организаций подходами и инструментами для планирования (на годовой основе) и оперативного управления (на еженедельной основе). Будет проведен анализ управления водными ресурсами в сельскохозяйственном секторе провинции Казвин с особым вниманием на требования культур на воду, водообеспеченность, баланс между поверхностными и подземными водами, фактическую и плановую подачу воды через сооружения, эффективность орошения. Кроме того, будет выполнен анализ ситуации с сельскохозяйственными водопользователями и взаимоотношений с другими заинтересованными сторонами в этом процессе. Будут использоваться современные технологии ГИС и ДЗ. Для получения более глубокого понимания функционирования оросительной системы будет сделана попытка выявить и измерить аспекты, связанные с отдельными элементами водного баланса оросительной системы. Это формирует основу работы по планированию и эксплуатации. Изменения в уровне грунтовых вод в системе могут быть преобразованы в объемы воды через величину удельной водоотдачи водоносного слоя, позволяя оценить долгосрочный тренд в системе подземных вод. Водный баланс в оросительной системе может, в принципе, быть рассчитан путем сопоставления приходной части из осадков, подземных вод и подачи оросительной воды с расходной частью системы, т.е. фактическим испарением, которое будет определено методом дистанционного зондирования. Предлагается исследовать период с 2000-2008 гг., поскольку снимки MODIS (среднее разрешение) и ASTER имеются только с 2000 года. Помимо этого, будут использоваться снимки AVHRR и LANDSAT.

Технологические аспекты управления водными ресурсами в проекте «ИУВР Фергана»

Михаил Хорст

*Руководитель команды НИЦ МКВК по технологическим вопросам проекта
«ИУВР-ФЕРГАНА», Узбекистан*

Оптимизация решений в орошении в широком смысле комплексная технико-экономическая задача, включающая и агро-экономическую оценку и определение целесообразного максимума урожайности сельхозкультур в конкретных условиях сельхозпроизводства и множество иных факторов и фоновых показателей. При ее решении требуется поиск разумных компромиссов, которые бы могли в значительной степени удовлетворить разносторонние требования участников орошаемого земледелия. Так, фермер заинтересован в получении максимальной чистой прибыли от сельхозпроизводства, а государство в более эффективном и продуктивном использовании водных ресурсов с возможностью удовлетворения требований не только орошаемого земледелия, но и природы.

В современных условиях орошаемого земледелия Центральной Азии, когда крупные государственные хозяйства преобразовались в значительное множество более мелких хозяйств, существенно снизился уровень управляемости оросительной сетью. Маловодные периоды последних лет зачастую усугубляются искусственными дефицитами, вызванными низкой дисциплиной водопользования, несогласованностью требований сельхозкультур на орошение и режимов работы оросительной сети, иными словами дефицитом адекватного управления. В этой связи выполняемый под эгидой Швейцарского агентства по развитию и сотрудничеству проект «Интегрированное Управление Водными Ресурсами (ИУВР) Ферганской Долины» имеет важное практическое значение для участвующих в нём государств региона: Кыргызстана, Таджикистана и Узбекистана. Одна из главных целей этого проекта – развитие и укрепление взаимодействия между различными уровнями водной иерархии – Управления Каналами, Ассоциации Водопотребителей/Водопользователей (АВП), фермерами-водопотребителями.

Технологические аспекты этого проекта отрабатываются на примере четырех «пилотных» магистральных каналов на подкомандной им площади 116 тыс.га. (70 АВП) и включают деятельность по разработке практических рекомендаций и соответствующих инструментов для их реализации по направлениям:

- Требования на воду и планирование водопользования и водораспределения
- Управление водопотреблением и водосбережение
- Информационно-управляющие системы (ИУС)
- Мониторинг и оценка
- Меры обеспечения экономической устойчивости функционирования ИУВР.

Опыт институционального строительства в проекте «ИУВР-Фергана»

Назир Мирзаев

НИЦ МКВК, Ташкент, Узбекистан

С 2001г. Швейцарское агентство по развитию и сотрудничеству (SDC) поддерживает реформы водного хозяйства в Центральной Азии. Финансовая поддержка проекта «Интегрированное управление водными ресурсами в Ферганской долине» («ИУВР-Фергана») является наиболее значимым вкладом SDC в регионе и, по мнению независимых международных экспертов, он стал брендом.

Слово «интегрированный» (от лат. *integrum* — целое) является ключевым в ИУВР и отражает целостность, комплексность системы управления водными ресурсами. Наряду с этим термин «интеграция» (от лат. *integratio* - объединение, процесс взаимного сближения и образования взаимосвязей) нужно понимать как процесс создания новых институциональных структур.

Основной задачей проекта является повышение эффективности управления водными ресурсами в Ферганской долине путем проведения институциональных реформ согласно принципам ИУВР. Можно сказать, что, по существу, на протяжении почти 10 лет проект «ИУВР-Фергана» занимается, главным образом, проблемами интеграции в водном хозяйстве.

Процесс интеграции – явление очень распространенное в любом обществе и в любое время и в этом смысле работа проекта не является оригинальной. Другое дело - как проводится интеграция. История реформ в сельском хозяйстве показывает разные примеры реорганизаций в форме интеграции, «переинтеграции» и дезинтеграции:

Особенность интеграции в проекте «ИУВР-Фергана» заключается в том, что в соответствии с логикой ИУВР, все новые структуры, предназначенные для совершенствования руководства и управления водой (управление водопоставкой), создавались на основе гидрографического принципа, а структура, предназначенная для совершенствования руководства использованием воды (управление спросом на воду) - Водно-земельная комиссия (ВЗК), создана на основе территориального принципа.

Этапы создания новых институциональных структур и уровни интеграции в рамках проекта выглядят следующим образом:

- Ассоциация водопользователей (АВП) - интеграция водопользователей (фермерские хозяйства и прочие водопользователи).
- Управление канала (УК) – интеграция поставщиков воды (водников) вдоль магистрального канала (системы) (МК).
- Союз водопользователей канала (СВК) - интеграция объединений водопользователей МК для координация и защиты интересов АВП и др.
- ВКК - интеграция стейкхолдеров МК для улучшения водопоставки:
- Правление Водного комитета канала (ВКК) - интеграция поставщиков воды и, главным образом, сельскохозяйственных водопользователей.

- Совет ВКК - интеграция всех стейкхолдеров: водников, водопользователей, местной власти, экологов и др.
- Водный комитет бассейна (ВКБ) – интеграция всех стейкхолдеров в границах бассейна реки.
- ВЗК - интеграция всех стейкхолдеров в административных границах (район, область) для повышения эффективности использования водных и земельных ресурсов.

Мониторинг и оценка воздействия проекта показал, что институциональные реформы, повлекшие улучшение руководства водой положительно отразились на качестве управления водой (повышение стабильности и равномерности водоподачи).

Инициирование проектов SCADA в ирригационных округах долины Нижнего Рио Гранде, Техас, США

Аскарали Каримов, Эрик Лейг, Гай Финнс

Техасский университет A&M, Техас, США

Эффективная подача воды через распределительные сети является приоритетной задачей ирригационных округов, но иногда сложной для достижения целью. SCADA показывает себя многообещающей системой в улучшении эффективности эксплуатации, повышении гибкости графиков водоподачи и снижении сбросов и других потерь в распределительной сети.

Однако внедрение SCADA в округах является сложным процессом. Округи зачастую не понимают или относятся с подозрением к этой технологии. Они часто не знают и не понимают, как их система работает на деле, тем самым, затрудняя проектирование систем SCADA и определение эксплуатационных характеристик и алгоритмов управления.

Выбор оборудования, которое легко интегрировать в работу округа, не является простым решением. Простые задачи, такие как выбор датчиков и аппаратуры связи, отнимают много времени из-за необходимости объяснять преимущества и недостатки каждого компонента. Правления директоров округов обычно неохотно тратят деньги, что еще больше затрудняет процесс. После установки оборудования SCADA необходимо обучить персонал его использованию для ежедневной эксплуатации.

В докладе обсуждается процесс выполнения проектов SCADA в ирригационном округе Идальго No.6, у которого прежде не было опыта с подобной технологией или системам управления. В докладе охватываются как технические аспекты, так и человеческий фактор, а также обсуждаются некоторые из многочисленных извлеченных уроков.

Торговля виртуальной водой в Узбекистане

Максуд Бекчанов¹, Джон Ламерс²

¹ *Центр исследований по проблемам развития (ZEF), Боннский университет,
Германия*

² *Проект ZEF/UNESCO (Узбекистан)*

Увеличение спроса на воду по всему миру вследствие роста населения, промышленного развития и урбанизации приводит к необходимости повышения экономической отдачи водных ресурсов. В частности, как следствие плохого управления и руководства водой в бассейне Аральского моря, продуктивность воды в Узбекистане очень низкая, приводя к частому дефициту воды, особенно в низовьях. После обретения независимости, не смотря на реформы либерализации в сельском хозяйстве, производство хлопка с его высоким водопотреблением и низкой экономической эффективностью снизилось незначительно. Для сопоставления продуктивности водопользования в разных секторах экономики, это исследование направлено на оценку содержания виртуальной воды в производстве и экспорте-импорте этих секторов на основе национальной модели «затраты-выпуск». Результаты показывают, что Узбекистан является чистым экспортером виртуальной воды вследствие значительной доли экспорта хлопковолокна в суммарном доходе в твердой валюте. Непосредственное использование виртуальной воды, в частности, при производстве риса, пшеницы и риса выше по сравнению со всеми прочими культурами и секторами. Косвенное использование виртуальной воды в животноводстве и в переработке хлопка и пищевых продуктов высокое, хотя непосредственное использование воды в этих секторах исключительно низкое по сравнению с производством хлопка, пшеницы и риса. В заключение делается вывод, что для использования Узбекистаном всех его возможностей в будущем необходимо отказаться от дифференцированной поддержки производства культур и равнозначно рассматривать все сельхозкультуры и сектора.

**Повышение эффективности орошения на засушливых землях
Узбекистана в условиях нестабильной водообеспеченности**
Ихтиёр Бобожонов¹, Дженифер Франц², Джон П.А. Ламерс³

¹ *Группа управления фермерским хозяйством, Факультет сельского хозяйства и садоводства, Берлинский Университет имени Гумбольдта, Германия*

² *Университет Святого Андрея, Школа географии и географических наук, Шотландия (Великобритания)*

³ *Проект ZEF/UNESCO в Узбекистане, Узбекистан*

Во время исследования была выработана модель стохастического программирования, позволяющая проводить анализ воздействия вариантов политических решений на использование оросительной воды на орошаемых засушливых территориях Центральной Азии, которые страдают от недостатка воды больше с физической точки зрения, чем с экономической. Эта модель объединяет в одной структуре гидрологические, биофизические и экономические аспекты. При разработке модели на примере Хорезмской области, расположенной на северо-западе Узбекистана, были приняты во внимание неопределенность обеспеченности оросительной водой, капиллярный подъем грунтовых вод, агроэкологическая неоднородность орошаемых полей и расположение хозяйства в пределах ирригационной системы. После успешной калибровки модели по базовому сценарию, моделировались сценарии повышения вероятности дефицита воды, установления цены на оросительную воду, либерализации сельскохозяйственного рынка, наличия водосберегающих технологий.

Результаты показали, что изменение структуры посевов в сторону менее влаголюбивых культур имеет потенциал повышения эффективности водопользования и повышения устойчивости доходов в условиях неопределенной водообеспеченности, допуская, что существующая политика в сельском хозяйстве Узбекистана остается неизменной. Повсеместное внедрение водосберегающих инновационных технологий показало наличие большого потенциала снижения риска, связанного с обеспеченностью оросительной водой, и повышения эффективности водопользования. Однако инновация с наибольшим потенциалом повышения эффективности использования оросительной воды являются капиталоемкими и затраты на такие инновации, как правило, бывают больше предельной выручки, полученной в результате технического развития при системе государственной закупки. Эффект от внедрения цены на воду (по разным причинам) будет также ограниченным в нынешних условиях. С учетом низкого дохода фермеров в настоящее время, политика ценообразования на воду будет содержать в себе риск повышения непостоянства дохода фермеров. И, наоборот, политические сценарии, предполагающие либерализацию сельскохозяйственного рынка показали, что внедрение цен на оросительную воду и инвестирование в водосберегающие инновационные технологии являются обоснованным в условиях широкого выбора фермеров при распределении сельхозкультур и определении рынков сбыта. Повышение эффективности использования оросительной воды при существующих условиях государственных закупок является нереалистичной, если государство не будет субсидировать приобретение водосберегающих технологий и не увеличит инвестирование в гидромелиоративную систему, как это наблюдается в

некоторых развивающихся странах. Иначе проблема грунтовых вод, залегающих в верхних слоях почвы, и повторного засоления почвы будет оставаться актуальной, так как ожидаемые результаты частного капиталовложения в ирригационный сектор остаются невыполнимыми.

Дается обоснование тому, что сельскохозяйственная политика и социально-экономические установки играют определяющую роль в успешном внедрении инновационных технологий и реализации мер, направленных на повышение эффективности использования оросительной воды. Таким образом, политика в отношении повышения доступности кредитов и субсидий на приобретение водосберегающих технологий могла бы поддержать фермеров в период перехода от административно-командной системы к принятию решений в сельскохозяйственном секторе, исходя из требований рынка.

Ключевые слова: эффективность орошения, неопределенность, водосберегающие технологии, сельскохозяйственная политика

Возможности повышения продуктивности использования водных ресурсов на уровне хозяйства в выбранных фермерских хозяйствах вдоль Южно-Ферганского канала

Кахрамон Жумабоев, Даврон Эшмуратов, Ойтуре Анарбеков

ИВМИ-Центральная Азия, Узбекистан

Орошаемое земледелие в Центральной Азии можно развивать только при повышении урожайности и снижении объема воды, используемой на единицу сельскохозяйственной продукции. Таким образом, для усовершенствования сельскохозяйственного производства необходимо разработать соответствующую агротехнику и режимы орошения с учетом местных условий.

В данной статье проводится анализ результатов из 9 хлопководческих хозяйств вдоль Южно-Ферганского канала, где была измерена фактическая продуктивность оросительной воды на хлопок и для которых был проделан прогноз потенциальной продуктивности воды на орошение и урожайности хлопка, применив модель Почва-Вода-Воздух-Растение (SWAP).

Результаты моделирования показали, что фактический объем воды, использованной на орошение, был больше, чем водопотребление сельскохозяйственной культуры в рассматриваемых хозяйствах, и что в них гораздо больше были использованы грунтовые воды, за исключением фермерского хозяйства «Собир ота». Результаты модели также указывают на то, что существуют возможности повышения урожайности в исследуемых хозяйствах «Абдурахимов», «Кобилов», «Умид», «Дидиёр» и «Собир» вдоль Южно-Ферганского канала и, наконец, что можно существенно повысить продуктивность воды, подаваемой на орошение хлопка, если правильным образом организовать режим орошения хлопчатника и учитывать уровень грунтовых вод, залегающих в верхних слоях почвы в данных хозяйствах.

Учет влияния изменения уровня дохода при проектировании будущей потребности в воде для продовольственного потребления в Центральной Азии на примере Узбекистана

Нодир Джанибеков¹, Клаус Фроберг² и Уткир Джанибеков³

¹ *Проект ЦЭФ/ЮНЕСКО по реструктуризации ландшафта Хорезмской области, Ургенчский государственный университет*

² *Боннский Университет*

³ *Центр Исследований по Развитию, Боннский Университет, Германия*

Центральная Азия считается одной из самых уязвимых регионов, подверженных проблемам, вызванных изменением климата. Изменение климата, при постоянстве остальных факторов, уменьшит наличие региональных водных ресурсов и таким образом окажет отрицательное влияние на доходы сельского населения, занятого в орошаемом земледелии. Широко признано, что в дополнение к спроектированным сценариям по изменению водоснабжения, оценка водной ситуации должна также проводиться с учетом спроса на водные ресурсы, которые потребуются для обеспечения продовольственной безопасности населения региона.

На примере Узбекистана данная статья демонстрирует изящный подход для проектирования влияния изменений в структуре потребления, вызванных ростом уровня дохода населения, на потребность в региональных водных ресурсах в Центральной Азии. Для изучения влияния резких изменений в уровне дохода на уровень продовольственного питания, в данной работе была проведена калибровка и использована Нормализованно Квадратичная – Квадратная Система Расходов [на англ.яз. Normalized Quadratic – Quadratic Expenditure System (NQ–QES)]. Основываясь на систему расходов NQ-QES, была спроектирована будущая потребность в водных ресурсах со стороны потребителей до 2025 посредством включения содержания виртуальной воды в главных продуктах питания, потребляемых населением в Узбекистане. Как показал анализ, выбранный подход является надежным в выполнении требуемых теоретических условий и удобен в параметризации без высоких потребностей в вычислительных ресурсах и следовательно может быть использован в проектировании спроса на воду для всего Центрально-Азиатского региона.

Результаты показывают, что для Узбекистана рост потребности в водных ресурсах будет в большей степени вызван ростом уровня дохода населения, чем самим ожидаемым приростом населения. Без принятия надлежащих мер, из-за высокой чувствительности продовольственного потребления на уровень дохода, в Узбекистане экономический рост может оказать значительное давление на уже недостаточные водные ресурсы. Давление со стороны роста населения и дохода на потребность в водных ресурсах может быть уменьшено посредством улучшения урожайности сельхозкультур и производительности животноводства, а также путем внедрения водосберегающих технологий и менее водоинтенсивных кормовых культур. Адаптация структуры потребления посредством роста информированности населения будет также способствовать смягчению влияния растущего дефицита воды. И наконец, учет концепции торговли виртуальной водой может быть одним из вариантов в решении проблем региональных водных ресурсов, вызванных изменением климата.

Рынок воды в Центральной Азии: амбиции и действительность

Юсуп Камалов

Союз защиты Арала и Амударьи, Узбекистан

Необходимость делить воды бассейна Арала между 6-ю странами по какому-нибудь принципу наводит на идею создания рынка воды в ЦА. Однако эта идея пока не встречает поддержки в странах низовьев рек. Под рынком чаще всего понимается неконтролируемое стремление субъектов рынка к наживе. Отбрасывается ответственность субъектов за заключенные договора, за гарантии поставок, за качество услуг. Экосистемы не рассматриваются как равноправные партнеры в экономике, а концепция платы за экосистемные услуги воспринимается как посягательство на основные права человека. Вместе с тем продолжают расти потери от засух, наводнений и нерационального использования воды. Глобальное изменение климата грозит полным исчезновением ледников, питающих реки бассейна Арала. Монетарные отношения между странами в распределении воды явились бы инструментом, стимулирующим повышение эффективности водопользования, позволили бы создать надежную финансовую систему страхования от стихийных бедствий и восстановить разрушенные экосистемы. Правовой основой для создания рынка должна послужить концепция равноправия всех субъектов рынка воды, то есть, в данном случае — всех стран бассейна. Все страны имеют право на обладание естественными природными объектами и на обеспеченность их водой одинакового качества и в количестве, достаточном для существования этих объектов. Внедрение рынка воды должно пройти в несколько этапов.

Главной проблемой будет определение «хозяина воды» как субъекта рынка. На эту роль могут претендовать страны, вышележащие по течению. Однако, учитывая высочайшую ответственность «хозяина» перед участниками рынка и определенное недоверие между странами на сегодняшний день, лучше доверить это право такому межгосударственному образованию, как МФСА. Легитимность и доверие к МФСА обеспечивается Советом Президентов. В самом начале институты МФСА возьмут на себя ответственность за сохранение водных экосистем в естественном состоянии, собирая для этого плату за загрязнение воды. Эта плата будет возрастать со временем, пока не достигнет стоимости очистки воды по наилучшей на данное время технологии. График нарастания должен быть заранее известен всем субъектам рынка. Этот этап должен занять как минимум 10 лет.

Следующий этап — внедрение платы за использование воды в промышленности и в сельском хозяйстве. Как и плата за загрязнение, она будет возрастать постепенно, достигнув в итоге себестоимости получения воды из атмосферы. Этот этап также должен занять не менее 10 лет. Накопленные средства МФСА должен направить на кредитование внедрения маловодных технологий субъектами рынка, страховые выплаты в случаях стихийных бедствий, восстановление экосистем, в особенности пойменных лесов.

Сессия 3 – Методы дистанционного зондирования и информационные системы для устойчивого управления водными и земельными ресурсами

Дистанционное зондирование предлагает широкие возможности для специалистов в области природных ресурсов, ученых, и политиков. Основные данные о земной поверхности могут быть получены для различных пространственных масштабов и для повторяющихся временных шагов, в частности такие данные как землепользование, земельный покров, снежный покров, изменения почвенной влаги. Эти данные мониторинга, а также и другие данные могут быть специально адаптированы для потребностей пользователей и визуализированы при помощи информационных систем. Данное заседание посвящено обсуждению методов дистанционного зондирования, информационных систем и их возможностей для поддержки устойчивого управления водными и земельными ресурсами.

Председатели сессии: Д-р Герд Рюкер, д-р Камиля Келгенбаева

Возможности дистанционного зондирования для устойчивого управления водно-земельными ресурсами аридных экосистем

Кристофер Конрад

*Университет Вюрцбурга, Институт географии,
отдел дистанционного зондирования*

В сотрудничестве с Германским аэрокосмическим центром (DLR)

Текущее глобальное изменение имеет значительные последствия для экологических и социально-экономических условий во многих частях мира. Рост населения, повышение температуры и изменение водных режимов постепенно повлияет на территориальное распределение, функцию, обеспеченность и качество земельных покровов и запасов воды. Объективная и надежная геоинформация продемонстрировала свою высокую ценность для управления ограниченными ресурсами различных экосистем. Особенно в Центральной Азии, где устойчивое управление землей и водой жизненно необходимо для сельского населения, которое в сильной степени зависит от доходов, приносимых сельскохозяйственным производством и животноводством, растущий спрос на подобную геоинформацию был сформулирован многими стейкхолдерами.

В презентации акцент сделан на переменных и показателях управления землей и водой, которые могут быть получены методами дистанционного зондирования. Для получения представления о настоящих и будущих вариантах, будет дан обзор текущих и развивающихся систем дистанционного зондирования и их основных характеристик (срок службы, разрешение, охватываемая площадь). Затем будут представлены последние подходы в картировании землепользования и земельных покровов (LULC) в различных масштабах и их пригодность для принятия политических решений и территориального планирования. Карты LULC предоставляют основную геоинформацию для получения биофизических параметров земельного покрова, таких как альbedo, доля растительного покрова, доля поглощенной фотосинтетически активной радиации (ДФАР), индекс листовой поверхности (ИЛП), первичная нетто-продуктивность (ПНП). Получение этих параметров будет частью презентации, также как и их использование для мониторинга пастбищных угодий и систем (орошаемого) земледелия. На выборочных примерах будет показано, как геоинформация, карты LULC, полученные дистанционными измерениями, и биофизические параметры применяются в качестве входных данных для гидрологического моделирования (гидрологические режимы водосборов или распределение воды в оросительных системах) или для моделирования эрозии почв.

В ходе презентации на примерах из Центральной Азии, а также аридных экосистем Юго-Западной Африки будут показаны различные приложения, соответствующие требованиям к данным, подходы, результаты и выводы. При рассмотрении перспектив сделана попытка увязать представленные подходы с вопросами, на которые в настоящее время необходимо ответить для достижения рационального и устойчивого управления землей и водой в Центральной Азии, это

покажет варианты будущего сотрудничества в области дистанционного зондирования. В заключении сделан акцент на важной роли наращивания потенциала в области методов дистанционного зондирования и проблемно-ориентированного сотрудничества между проектами, выполняемыми в Центральной Азии.

Дизайн и разработка Информационной Системы по устойчивому управлению земельными ресурсами (ИС-УУЗР) в рамках программы ИСЦАУЗР: Фаза 1

Камиля Келгенбаева¹, Крис Хаттен², Си Увай Жи³, Марк Куцнер⁴

¹ Спец-т по ИС-УУЗР, программа ИСЦАУЗР, Многограновой Секретариат, Бишкек, Кыргызстан

^{2,3} Международный консультант АБР, Манила, Филиппины

⁴ АБР Главный специалист по окружающей среде, Оффис Генерального директората, Отдел Центральной и Западной Азии, АБР, Манила, Филиппины

Инициатива стран Центральной Азии по управлению земельными ресурсами (ИСЦАУЗР) является 10-летней Программой Партнерства между странами Центральной Азии и партнерами донорами по развитию сотрудничества. Целью Первой Фазы была борьба с деградацией земель и улучшением жизненных условий в сельских местностях ЦА региона. Во второй фазе планируется также включить дополнительные области как биоразнообразие, управление водными ресурсами и адаптация к изменению климата.

В статье рассматриваются дизайн и разработка компонента Информационной Системы по устойчивому управлению земельными ресурсами (ИС-УУЗР), включая использование спутниковых снимков и ГИС технологий в Фазе 1. Такие индикаторы как использование земель, растительность, вода, климат и социо-экономические данные были использованы для создания базовой информации и оценки показателей для оценки изменений в области управления земельными ресурсами и благосостояния уровня жизни в сельских местностях. Вклады стран Центральной Азии и других партнеров доноров обсуждаются в статье.

Ключевые слова: ИСЦАУЗР, использование земель, растительность, деградация земель, ГИС, дистанционное зондирование.

**Свойства земной поверхности региона Центральной Азии,
полученные дистанционными измерениями, для улучшения
понимания взаимодействия системы климат-вода-растительность**

*Урсула Гесснер¹, Герд Рюкер², Андреас Диец¹, Кристина Эйсфелдер²,
Мальте Аренс², Клаудиа Кюнзер²*

*¹ Университет Вюрзбурга, Институт географии,
отдел дистанционного зондирования*

В сотрудничестве с Германским аэрокосмическим центром (DLR), Германия

*² Германский аэрокосмический центр (DLR), Центр данных дистанционных
измерений (DFD), Германия*

Текущие преобразования наземных экосистем, происходящие в мировом масштабе, являются ключевым элементом Глобального изменения. Преимущественно они вызваны изменениями в землепользовании и климате, а сопутствующие изменения в свойствах земной поверхности могут повлиять, например, на гидрологические циклы, качество воды, эрозию и даже региональный климат. Требуется объективная и непротиворечивая информация по динамике земной поверхности для улучшения понимания этого взаимодействия между климатом, водой и растительностью. Для крупного региона, подобного Центральной Азии, особенно важно в основе этого понимания использовать региональные, непротиворечивые исходные данные, чтобы достичь улучшенного и устойчивого управления землей и водой. Эти данные можно получить дистанционными измерениями с высокой (30м) и средней (250 м до 1 км) пространственной разрешающей способностью.

В данной презентации дается обзор различных методов на основе дистанционных измерений, которые позволяют получить состояние и динамику земной поверхности в региональном масштабе. Представлена выборка из набора данных по характеристикам земной поверхности, включая земельный покров, снежный покров, почвенную влажность и биомассу.

Наборы данных земельного покрова с высоким и средним пространственным разрешением получены с помощью «Объединенной цепи пообъектной и поэлементной автоматической классификации» (TwoPac). Данный полуавтоматический подход базируется на гибком учебном и проверочном образце базы данных, который предназначен для многократного применения. Анализ снежного покрова выполнен путем обработки временных рядов среднего разрешения с 1985 по 2010гг. Для этого 25-ти летнего периода будет возможно определить потенциальные региональные тренды развития снежного покрова и, тем самым, изменения водности. Временные ряды почвенной влажности получены с помощью радиолокационных данных с низкой разрешающей способностью (50км) с 1992 года и средней разрешающей способностью (25-1км) с 2007г. и 2005г., соответственно. По анализу аномалий во влажности верхнего слоя грунта можно проследить засушливые, а также хорошие условия для роста. Данные по биомассе со средней разрешающей способностью получены на

основе совместного использования данных оптических наблюдений и радиолокационных данных. Для получения данных по переменной биомассе травы и биомассе кустарников разрабатывается общий подход. В заключение обрисовывается совокупная выгода от интеграции этих региональных баз данных в информационную систему ELVIS.

Оценка распределения растительного покрова

Клейн Дорис¹, Асам Сарах²

¹ *Университет Вюрцбурга, Институт географии, отдел дистанционного зондирования, Германия.*

² *Германский центр данных дистанционных измерений (DFD), Германский аэрокосмический центр (DLR), Оберпфaffenхофен, Германия*

Высокогорные районы являются хрупкими экосистемами и особенно уязвимыми по отношению к изменению климата и нагрузке со стороны землепользования. Для выполнения мониторинга неуправляемых изменений и оценки их последствий необходима детальная информация по землепользованию.

Для водосборного бассейна реки Нарын (Кыргызстан) получены данные по распределению растительного покрова, чтобы иметь непрерывную информацию по почвенно-растительному покрову для оценки деградации земель с позиции растительного покрова и изменений в плотности насаждений, а также для улучшения входных параметров, например, для гидрологического моделирования.

Деление этого покрова по долям рассчитывается с помощью многошкального метода, начиная с данных полевых наблюдений, собранных в сентябре 2009 года для классификации снимка Quickbird (0,6м), используя гибридную технологию объектно-ориентированной классификации способом наибольшего правдоподобия. Этот результат агрегируется до пространственного разрешения Landsat (30м) и соответственно рассчитываются доли леса, лугов и оголенной почвы. Эти результаты используются как данные режима обучения вместе со спектральными характеристиками снимка Landsat, а также различными показателями для оценки долей покрова с выборочным лесом. Из этих результатов снова выделяются учебные пиксели и вместе с характеристиками временных рядов MODIS NDVI (250м) и выборочным лесом экстраполируются на весь водосборный бассейн. Проверка результатов с помощью классификации Quickbird показывает диапазон среднеквадратической ошибки от 5 до 17, где минимальная величина получена для уровня MODIS и оголенной почвы, а максимальная величина для травяного покрова на шкале Landsat. Территориальное распределение растительного покрова показывает, что лесной покров можно найти в основном на северных склонах, а оголенная почва встречается преимущественно на южных склонах.

Использование LADA методологии для развития национальной информационной системы по УУЗР для оценки и смягчения деградации земли и климатических изменений в Узбекистане

Гульчехра Хасанханова^{1&3}, Татьяна Хамзина¹, Андрей Яковлев², Рустам Ибрагимов¹ и Камиля Кельгенбаева⁴

¹Институт UZGIP, МСВХ, Ташкент, Узбекистан.

²Научно-исследовательский институт Гидрометеорологии, Узгидромет, Ташкент, Узбекистан

³Национальный секретариат ИСЦАУЗР, Ташкент, Узбекистан

⁴Межстрановый секретариат ИСЦАУЗР, Бишкек, Кыргызская Республика

Эта статья описывает внедрение впервые в Узбекистане международной ФАО LADA методологии в рамках Многостранового Проекта Поддержки Партнерства ИСЦАУЗАР, оказывающего содействие пяти Центрально-Азиатским странам в принятии интегрированного подхода к планированию и управлению землепользованием. Развитие проекта и национальной информационной системы УУЗ, используя ФАО LADA методологию, было главной целью проекта. Были использованы данные по землепользованию, покрытию земли, социально-экономические показатели, последние спутниковые снимки (MODIS), данные ГИС и другие индикаторы, чтобы установить базовую линию информации для мониторинга и оценки изменений в управлении землей и средствах к существованию сельского населения.

Была проведена оценка деградации земли, анализ горячих и ярких точек интерпретацией исторического и сезонного изменения NDVI, используя MODIS (2007-08) и данные LANDSAT-7. Основываясь на методологии системы землепользования LADA, была создана в формате GRID национальная карта системы землепользования в более высоком разрешении.

Национальная карта системы землепользования состоит из 25 классов; каждый из которых разделен на 3-4 под-класса в зависимости от биофизических индикаторов экосистемы, индикаторов использования земли и социально-экономических особенностей. Новая, совместно подготовленная с ФАО, карта системы землепользования Узбекистана (М 1:1 000 000, 2009), обеспечивает возможность оценки и картирования деградации земли и мониторинга УУЗ на уровне страны. Результаты включают также данные изменения климата и обсуждают проблемы засухи и другие вопросы адаптации к изменению климата на примере Узбекистана. Также здесь описана потребность и готовность для адаптации глобальной WOCAT-системы знаний с целью снижения воздействия и повышения адаптации и смягчения глобального изменения климата.

Созданная национальная информационная система УУЗР устранила текущие недостатки в информационной базе и усилила институциональные способности страны по оценке и мониторингу деградации земли и рисков изменения климата, и обеспечила обмен данными между национальными, многострановыми и глобальными системами. Она позволила собрать вместе национальную группу экспертов для гармонизации собранной информации, чтобы принять интегрированное планирование землепользования и своевременный ответ, и гарантировать гибкость к деградации земли, засухе и другим климатическим вызовам.

Оценка и применение средства измерения снежного покрова MODIS в Центральной Азии

Аброр Гафуров, Дэвид Кригель, Эльер Алимардонов

Немецкий центр исследования Земли GFZ, Потсдам, Германия

Снег играет важную роль в гидрологии Центральной Азии и является важным источником воды для выработки гидроэлектроэнергии или сельскохозяйственного производства. Территориально непрерывные наблюдения за снежным покровом возможны только через бортовую или спутниковую информацию. Сканирующий спектрорадиометр среднего разрешения (MODIS), установленный на борту спутников Terra и Aqua обеспечивает, среди прочих параметров об окружающей среде, двоичную информацию о снежном покрове в глобальном масштабе с пространственным разрешением 500 м и временным шагом 1 сутки. В данном исследовании оценивается точность суточных наблюдений за снежным покровом в Центральной Азии посредством MODIS Terra и Aqua с использованием наземных измерений глубины снега на 30 метеостанциях в период с 2000 по 2009гг. Результаты показывают, что в условиях чистого неба сходимость распознавания снега с помощью продуктов MODIS Terra и Aqua составляет соответственно 93 % и 92 %. Эти результаты являются удовлетворительными для применения средства измерения снежного покрова MODIS для гидрологических целей. Однако возможность применения продукта измерения снежного покрова MODIS имеет ограничение в виде облачного покрова, при котором невозможно получить информацию. Алгоритм MODSNOW используется для заполнения этого пробела, связанного с облачностью, и для производства карт суточного снежного покрова в условиях ясного неба в бассейновом масштабе. Точность продукта после удаления облаков также проверяется с помощью наземных измерений глубины снега, и результаты указывают на общую сходимость распознавания снега в 84 %. Помимо оценки продукта снежного покрова MODIS на фоне наземных измерений, проводится оценка на фоне данных LANDSAT высокого разрешения и некоторых исследований, связанных со снегом, для демонстрации пригодности продукта MODIS в Центральной Азии. Результаты данного исследования показывают, что пространственно распределенные суточные данные по снежному покрову от MODIS, близкие к реальному времени, могут успешно применяться для целей управления водными ресурсами, например в секторе гидроэнергетики или при планировании орошения для сельского хозяйства.

Применение дистанционных измерений в гидрологии Центральной Азии

*Крето Жан-Франсуа, Бекер Мелани, Калман Стефан, Мезонгранд Филип,
Берге-Нзиен Мюриэль*

Тулуза, Франция

В последние годы методы дистанционного зондирования, такие как радиолокационная альтиметрия, спутниковая гравиметрия и многоспектральные спутниковые наблюдения продемонстрировали свои способности для отслеживания элементов гидрологического цикла и водного баланса в региональном масштабе на шкале времени от месяцев до десятилетий. Например, спутниковая альтиметрия используется для систематического мониторинга уровней в крупных реках, озерах и поймах, включая водоемы Центральной Азии (Амударью и Сырдарью, водохранилища, озера). Кроме того, новые гравитационные исследования (в частности, миссия GRACE) впервые предлагают возможность прямого измерения территориально-временных вариаций суммарных запасов воды на земле. Наконец, спутниковые изображения с низкой и высокой разрешающей способностью (от 1км до нескольких метров) предлагают полезный инструмент для мониторинга объема поверхностных вод в озерах или поймах. Дополняя наземные наблюдения и гидрологическое моделирование, космические наблюдения могут позволить существенно улучшить наше понимание гидрологических процессов, протекающих в крупных речных бассейнах (включая содержание воды в озерах, водохранилищах и поймах). А также их влияния на климатическую изменчивость и социально-экономические условия. Можно ожидать получение беспрецедентной информации в результате совмещения моделей и наземных наблюдений с данными, полученными из космоса, которые предлагают глобальный географический охват, хорошие пространственно-временные выборки, непрерывный мониторинг во времени и возможность измерения изменений в водной массе, происходящих на или под поверхностью.

Например, в последние годы в Центральной Азии было проведено несколько исследований на основе данных дистанционных измерений. Радиоальтиметрия, в сочетании с дополнительными данными наземных наблюдений, позволили точно определить водный баланс Аральского моря с 1993 года, а также крупных водохранилищных систем на Сырдарье, в частности Чардары и Токтогула. Спутниковые изображения стали использоваться в последнее время для определения размеров или границ разных водоемов, в частности пойм и водохранилищ, где точно был измерен объем воды (Айдаркуль, Арнасай). Спутниковая гравиметрия, которая широко используется в последние годы для мониторинга суммарного запаса воды (СЗВ) в крупных речных бассейнах, предлагает также хорошую возможность для изучения региональной динамики изменчивости СЗВ в бассейнах Амударьи и Сырдарьи. Из предварительных исследований получено, что в последние 8 лет имеет место диполь СЗВ между горными районами (Памир, Тянь-Шань) и низинами (долины Казахстана и Узбекистана) с противоположной реакцией на колебания осадков. Также

наблюдается дипольный режим пространственно-временной вариации Амударьи и Сырдарьи.

В ближайшее десятилетие агентства космических исследований по всему миру запланировали несколько новых миссий, которые улучшат наши знания о глобальной гидрологии и, как минимум, позволят продолжить существующую миссию. Мы сделаем краткий обзор этих новых миссий и их потенциальных возможностей для Центральной Азии, с акцентом на миссии SWOT (Nasa-CNES), основывающейся на новой концепции интерферометрии для гидрологии, которая будет описана.

Роль информационных технологий в управлении качеством водных ресурсов в трансграничных реках Центральной Азии

Нурмахмад Шерматов, Махмадрезбон Идиев

Таджикский национальный университет, Таджикистан

Главная цель данного доклада – поддержать систему принятия международных соглашений по использованию потенциала водно-энергетических ресурсов в зоне формирования стока. Создается сеть информационных систем, чтобы свести к минимуму затраты на средства технического управления в результате максимального использования информационных ресурсов ведомственной системы мониторинга, интегрированной в уникальную сеть дистанционного зондирования Земли. Система включает организации-собственников базы данных по наземному мониторингу, представителей природоохранных агентств и административные органы. Управление водным хозяйством, принятие обоснованных решений для подписания документов, даже межправительственных, может основываться на современной системе контроля показателей (участки рек, пункты наблюдений) и представляет методы обработки данных. Сегодня нет общего понимания экономических правил регулирования стока рек и вопросов ценообразования. Сегодня нет достоверных гидрологических данных, прогнозов, планов по режимам работы гидроузлов и имеется немного оперативной информации об их реализации. Острую проблему представляют гидрологические прогнозы. После распада СССР многие гидромелиоративные службы были разделены, а гидропосты были ликвидированы. Отсутствие единого координационного информационного банка указывает на тот факт, что сегодня нет обмена оперативной информацией между водопользователями, поставщиками воды и гидроузлами. Несмотря на неполноту данных, общее число показателей и объектов, контролируемых ведомственными сетями мониторинга, обычно избыточно для РАД. Это требует «Сжатия информации» - получение интегральной оценки, благодаря которой РАД может установить приоритеты при выборе варианта стратегии. Важным инструментом «урезки информации» и поддержания представления для РАД является геоинформационная система (ГИС), формирующая информационно-компактные картографические изображения. Осуществление управления водопользованием является сложной задачей, требующей обеспечения информацией процесса принятия решений. В качестве первого шага необходимо создать систему параметров-критериев и показателей. Таким образом, актуальность данной задачи заключается в следующем:

- острая необходимость в обеспечении информацией процесса принятия решений, связанных с регулированием речного стока, истощением и загрязнением водных объектов, долгосрочных-стратегических, таких как подготовка международных соглашений, а также эффективных;
- отсутствие уникальной базы данных, необходимой для репрезентативной оценки водно-энергетических ресурсов в регионе и прогнозирования развития ситуации;
- минимизация затрат на технические средства контроля путем сокращения относительной плотности наземных объектов, используя данные ДЗ и технологии ГИС.

Сеть гидрометеорологического и GPS-мониторинга в режиме реального времени в Центральной Азии

С. Зех¹, А. Зубович², Т. Шон¹, Х. Тосс¹, Т. Квейссер¹, Р. Ханер¹

¹ *Немецкий центр исследования Земли GFZ, Потсдам, Германия,*

² *Центральноазиатский институт прикладных исследований Земли (ЦАИИЗ), Бишкек, Кыргызстан*

Центральная Азия с его водосборной площадью бассейна Аральского моря очень чувствительна к изменениям гидрологического цикла. Непрерывный мониторинг гидрометеорологических параметров является основным условием для устойчивого управления водными ресурсами. Одним из компонентов проекта SAWA является установка современной инфраструктуры для получения и обработки гидрометеорологических данных. Таким образом, GFZ и ЦАИИЗ занимаются установкой нескольких мониторинговых станций, оснащенных спутниковым радиогеодезическим оборудованием, в определенных местах для увеличения концентрации пунктов наблюдений в пределах сети гидрометеорологического мониторинга.

Гидрометеорологические станции имеют различные типы датчиков для нескольких целей применения. Они автоматически измеряют такие параметры, как температуру воздуха, атмосферное давление, относительную влажность, осадки, скорость и направление ветра, солнечную радиацию, расход воды в реке, параметры снега, включая глубину снежного покрова, а также позволяют получить данные с помощью системы GPS с высоким разрешением. Все станции сконструированы как автономные полевые системы для использования их в отдаленной местности без наличия соответствующей инфраструктуры (например, электроснабжение, коммуникационная сеть, человеческое общение).

Измеренные гидрометеорологические и данные системы GPS с высоким разрешением будут передаваться через линию связи в режиме реального времени при помощи спутника на устройство обработки операций и архивирования SOPAF для дальнейшей обработки, архивирования и представления данных. SOPAF служит в качестве платформы интеграции исторических данных или данных, полученных из различных баз данных и систем датчиков (например, сейсмологические данные, результаты моделирования, метеорологические данные). Данные и извлеченная продукция могут быть представлены в контексте, задаваемом пользователем, для различных пользователей/учреждений и для различных целей.

Сессия 4 – Динамика криосферы и ее роль в гидрологическом цикле в Центральной Азии

Криосфера включает в себя значительное количество водных ресурсов в высокогорьях Центральной Азии и является, таким образом, ключевым источником воды. Однако, криосфера значительно реагирует на повышение температуры и изменения осадков. Заседание посвящено обсуждению динамики ледников и снежного покрова в Центральной Азии, методам мониторинга и определению роли криосферы в водных балансах среднеазиатских бассейнов.

Председатели сессии: Д-р Вилфрид Хагг, проф. Глеб Глазырин

Изменения в объеме ледников в бассейнах Пянджа и Вахша. Применение простой параметризации для оценки прошлого и будущего изменения ледников в бассейнах рек Пяндж и Вахш и его сравнение с другими горными хребтами

Мартин Хоэлицль¹, Стефан Вагнер²

¹ Факультет наук о Земле, Университет Фрибурга, Швейцария

² ITOS GmbH

Центральная Азия широко известна как регион с серьезными водными проблемами, осложняемыми изменением климата и высоким потреблением водных ресурсов. Как и в других частях земного шара, где высокие горы окружены аридными и полуаридными зонами, таяние снегов и ледников является основным источником речного стока и представляет важные ресурсы для сельскохозяйственного производства в долинах. ФАО начала «Исследование воздействия климата на речной сток» для оценки будущего стока в водосборных бассейнах рек Вахш (39 100 км²) и Пяндж (114 000 км²) - двух притоках реки Амударья. По данным Всемирного кадастра ледников (ВКЛ), подготовленного в середине 20-го века, 3 913 км² и 3 675 км² водосборных бассейнов Пянджа и Вахша, соответственно, покрыто ледниками. Новая инвентаризация была проведена в 2003 году в рамках проекта GLIMS. Мы использовали простую схему параметризации, предполагая квазистационарные условия, чтобы сделать заключение по массе льда для двух разных периодов времени в прошлом и экстраполировать будущие изменения. Расчетная масса по ВКЛ составляет 170-200 км³ для Пянджского водосбора и 200-240 км³ для Вахшского водосбора или в целом приблизительно 370 - 440 км³ общей массы льда для обоих водосборов. Исходя из неточностей при расчете толщины льда, следует учесть общий диапазон неточности $\pm 25 - 30\%$. Сопоставление этих величин с оценками, выполненными для Европейских Альп с объемом льда 126 км³ или Южных Альп в Новой Зеландии с объемом льда 67 км³, указывает на значительные запасы льда в этой засушливой горной зоне.

С середины 20-го века до 2003 года, определено уменьшение площади (объема) на 8,2% (10,5%) для водосборного бассейна Пянджа и 7,5% (4,1%) для Вахша.

Моделирование регионального климата прогнозирует потепление от 1,8 °C до 2,9 °C до 2050 года, но остается неясным, изменится ли характер атмосферных осадков и в каком направлении. Допуская увеличение температуры на 2 °C до 2050 года и отсутствие каких-либо изменений в осадках, запасы льда в двух водосборных бассейнах будут сокращаться ускоренными темпами по сравнению с прошлым, с общим уменьшением объема в размере 75,5% для Пянджского бассейна и 53% для Вахшского бассейна.

Оценка текущего состояния горных ледников в выборочных районах Гиссаро-Алая и их изменений за 45 лет с помощью снимков ASTER

Андрей Яковлев

Отдел гидрологии, Узбекский научно-исследовательский и проектный институт (УзГИП), Министерство сельского и водного хозяйства Узбекистана

В 1999 году была запущена орбитальная платформа TERRA. На борту орбитальной платформы был установлен японский датчик ASTER. Характеристики этого датчика дают уникальную возможность вести мониторинг ледников из космоса. В рассматриваемой работе была выполнена каталогизация ледников некоторых речных бассейнов хребтов Алай, Туркестан и Зерафшан в Гиссаро-Алайской горной системе, которая в свою очередь является частью Памиро-Алайской системы. Была выполнена предметная обработка ряда снимков на дату съемки – вторая половина августа 2001–2002 гг. Прежние данные по гляциации были получены на 1957 и 1980гг. с применением материалов аэрофотосъемки (1957) и спутниковых снимков (1980). По данным на 2001 год, агрегированная площадь ледников исследуемого Гиссаро-Алайского региона составляла 514,7 км². В 1957 и 1980гг. агрегированная площадь ледников этих бассейнов соответственно равнялась 624,8 и 553,6 км². Не смотря на глобальное потепление климата, которое продолжается до настоящего времени с середины 20 века, имеет место тот факт, что за период с 1980 по 2001гг. среднегодовой показатель деградации оледенения примерно в 1,5 раза ниже величины этого показателя за период с 1957 по 1980гг., соответственно 0,43% и 0,61% в год. За последние 45 лет ледники в изучаемых речных бассейнах потеряли около 17,6% от первоначальной площади и 25,4% от объема.

Изменение оледенения западного Памира (хребты Рушан и Шива)

Александр Финаев

*Институт водных проблем гидроэнергетики и экологии
Академия Наук, Душанбе, Таджикистан*

В условиях меняющегося климата изменение площади горного оледенения играет существенную роль в гидрологическом режиме горных рек. Однако, труднодоступность ледниковых районов и дороговизна исследований не позволяют проводить реальную оценку изменения площади оледенения. Эту проблему можно решить средствами дистанционного зондирования с использованием анализа данных метеорологической сети.

Анализ климатических данных за период с 1960 по 2009 год показал, что по сравнению с климатической нормой средняя годовая температура воздуха в этом регионе увеличилась на 0,3°C, а годовая сумма осадков возросла на 20%. Речной сток в начале периода уменьшился, а в конце периода увеличился и достиг нормы.

Для анализа изменения оледенения были использованы снимки Landsat за период с 1992 по 2009 годы. Анализ снимков показал, что оледенение на Рушанском хребте к 1998 году уменьшилось на 15,2%, а затем начало увеличиваться. К 2009 году площадь оледенения возросла на 4,5% по отношению к начальной величине. Хребет Шива, расположенный к западу от Рушанского хребта, имеет более низкие высоты. Поэтому площадь оледенения его значительно меньше. Несмотря на это площадь оледенения к 1998 году сократилась на 13,7%. Однако, к 2009 году оледенение вновь увеличилось, и превысило начальный уровень на 7,3%.

Такой анализ показывает значительную динамику площади горного оледенения на Памире.

Реконструкция баланса массы ледника на основе гидрологической модели WASA

Давид Кригель, Сергей Ворогушин, Дорис Дуэтманн, Янек Циммер

Немецкий центр исследования Земли GFZ, Потсдам, Германия

На некоторых участках земли происходит отступление ледников с различными темпами потерь. Учитывая то, что изменения площади ледников является явным показателем отступления ледников, баланс массы позволяет определить количество потери массы.

Согласно наблюдаемому повышению средней температуры, с каждым годом сезон таяния начинается раньше, заканчивается позже и происходит с более высокой интенсивностью, как считают многие исследователи. Твёрдые осадки, накопившиеся в зимние месяцы и в летний период на большой высоте, сталкиваются с более сильной абляцией в летние месяцы, что является причиной ежегодного отрицательного сальдо в водном балансе ледника.

В советский период ледник Голубина в бассейне реки Ала-Арча являлся одним из основных наиболее хорошо исследуемых ледников. По данному леднику имеется временной ряд гидрометеорологических параметров, а также данные наблюдений за расходами по нескольким разным станциям. Баланс массы ледника Голубина замерялся с 1972 по 1993 годы. Дополнительно, в 2005 году в одну из сезонных экспедиций также был измерен баланс массы. С помощью полураспределенной гидрологической модели WASA мы реконструировали баланс массы ледника и закрыли пробел за период с 1993 по 2005 гг. Данная модель выполнена для бассейна реки Ала-Арча. В результате объединения методики наблюдений таяния ледника и снега можно также учитывать процесс изменения состояний снега и ледника. На основе климатологической модели, наряду с климатической моделью, можно определить ежегодный чистый баланс. Остается открытым ключевой вопрос – как чистый баланс распределяется по высоте расположения ледника. Таким образом, при помощи модели определяется баланс массы в зависимости от высоты. Продемонстрированный метод позволяет воссоздавать модель баланса масс ледников, мониторинг которых уже не осуществляется. Модель баланса масс ледников служит основой для проведения анализа динамики ледников в последние десятилетия.

Новый кадастр ледников для бассейна верхнего Нарына и первые результаты экспедиции 2010 года

Кристоф Маер¹, Вилфрид Гааг², Астрид Ламбрехт³

¹ *Комиссия по гляциологии, Баварская Академия наук, Мюнхен, Германия*

² *Университет Людвиг-Максимилиана, факультет географии,
Мюнхен, Германия*

³ *Институт метеорологии и геофизики, Университет Инсбрука, Австрия*

На основе двух изображений SPOT от 2006 года, был создан кадастр ледников за 2006 год для бассейна Большого Нарына. Для этой цели два снимка подвергались ортотрансформации с помощью ASTER-GDEM. На мозаичном ортоизображении была проведена полуавтоматическая процедура картографирования ледников, состоящая из извлечения серой шкалы и ручной коррекции по льду, покрытому обломочным материалом. Поскольку мозаика SPOT покрывала только восточную часть водосборного бассейна с его большой гляциацией, для извлечения границ ледников на оставшейся западной части бассейна дополнительно использовалось изображение Landsat ETM от 2007г. Ледники покрывали территорию площадью примерно 500 км² в 2006 году, показывая умеренное отступление по сравнению с серединой 20-го века, когда в целом в «Каталоге ледников» указывалась площадь в 570 км². Представлены темпы отступления отдельных горных хребтов, а также распределение площади ледников по высоте и облучению.

В июле 2010 года в рамках проекта CAWA была выполнена поездка на массив Ак-Шиирак (ледник № 354) и на Суекский хребет (Суекский западный ледник). На ледниках замерялась абляция и определялась толщина льда с помощью георадара. Здесь представлены первые результаты данной полевой работы, которую планируется продолжить в 2011 и 2012гг.

К вопросу о формировании ледниковых отложений в нивальной зоне в период дегляциации (за последние сорок лет)

М.Петров,¹ А.Тихановская,¹ А.Ни¹, И. Томашевская¹

¹ *Институт Геологии и Геофизики АН РУз, Лаборатория гляциальной геологии*

В докладе на примере ледников Памиро – Алая рассмотрено поступление обломочного материала в долину с языка ледника при его сокращении и последующая его транспортировка ледниковой рекой.

Для ледника, покрытого моренным чехлом на существенной площади языка, вынос твердого вещества из перигляциальной зоны практически равен поступлению морены с его языка. Если моренный покров на леднике развит слабо, то вынос вещества осуществляется за счет размыва подледниковых, фронтальных и коллювиальных отложений.

Каталогизация горных ледников и генерализация их распределения по материалам дистанционного зондирования

В.Г. Коновалов

Институт географии РАН, Москва

В Индии, Непале, Китае, Пакистане и России получены векторные файлы контуров ледников на территории

Азии путем обработки топографических карт, материалов аэрофотосъемки, снимков со спутников LANDSAT7-ETM+, TERRA-ASTER, SPOT, IRS-LISS и других космических аппаратов. Эти данные служат основой для оценки современных размеров оледенения в бассейнах рек Высокогорной Азии и расчетов его гидрологического режима. Выполнена тематическая обработка векторных файлов программными средствами ГИС IDRISI Andes с использованием известных цифровых моделей рельефа GTOPO 30 и SRTM 3 (NASA, USGS <http://srtm.csi.cgiar.org/>). В результате для каждого ледника получен следующий набор параметров. 1. Минимальная и максимальная высоты ледника над уровнем моря. 2. Средняя высота ледника или высота границы области питания. 3. Площадь ледника в целом и областей абляции и аккумуляции. 4. Отношения площадей: а) областей аккумуляции и абляции, б) области аккумуляции и всего ледника. 5. Распределение площади ледника как функция абсолютной высоты. 6. Среднеквадратичное отклонение высот внутри контура ледника. 7. Объем ледника как функция его площади. 8. Географические координаты центра тяжести контура ледника. 9. Средние значения ориентации (азимута) и уклона поверхности ледника. С целью оптимизации методики расчетов режима оледенения, в составе генеральных совокупностей ледников в бассейнах притоков рек Амударья, Сырдарья, Инд, Ганг, Брахмапутра и Тарим были выделены 3533 однородные группы объектов. В качестве классификационных критериев последовательно использованы 8 градаций ориентации ледников и 23 градации их площади. Для каждой группы определены средние и средние взвешенные по площади морфометрические характеристики ледников. Для демонстрации возможностей метода использованы данные 27 698 ледников общей площадью 43 981 км² в бассейнах рек Высокогорной Азии.

