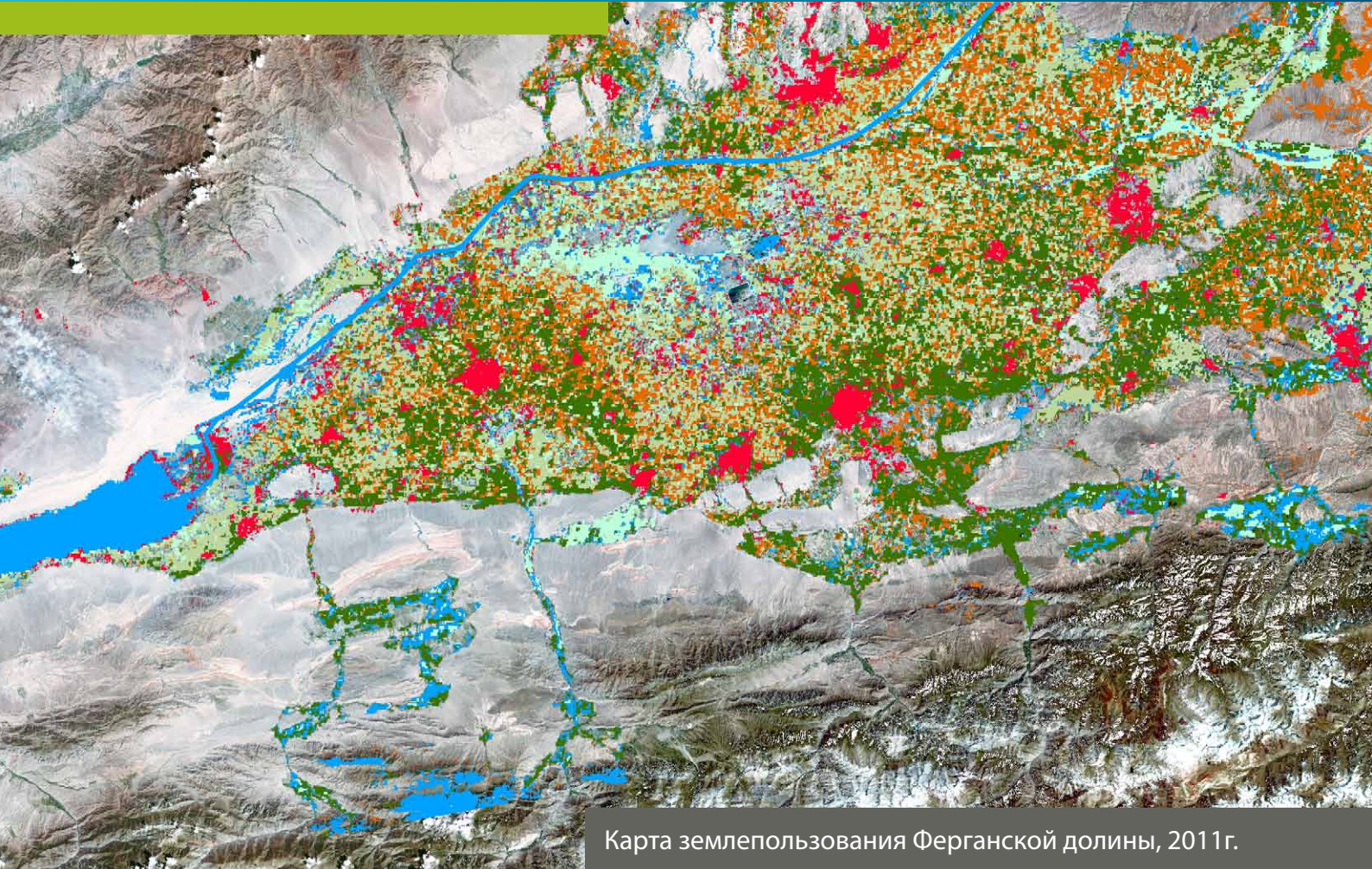


## Обоснованное принятие решений по управлению земельными и водными ресурсами в Центральной Азии Как могут содействовать технологии наблюдения Земли



Карта землепользования Ферганской долины, 2011 г.

### Вступление

В контексте Интегрированного Управления Водными Ресурсами (ИУВР), обоснованное принятие решений требует точных, своевременных, пространственно обширных, последовательных и понятных наборов данных о климате, водных и земельных ресурсах. Технологии наблюдения за поверхностью Земли предоставляют подобные наборы данных, а также методы и инструменты для создания информационных продуктов высокого качества с целью поддержки процесса планирования и принятия решений. На основе примеров из проекта CAWA данная Аналитическая записка рекомендует использование технологий наблюдения за Землей и их интеграция в системы оперативного мониторинга и поддержки принятия решений в Центральной Азии.

### Ключевые сведения

- ≈ Применение современных технологий наблюдений за Землей, как наземных так и дистанционных, может значительно улучшить процесс планирования и принятия решений по вопросам управления земельными и водными ресурсами в Центральной Азии. Оно способствует обоснованному принятию решений на местном, национальном и региональном уровнях.
- ≈ Это требует краткосрочных инвестиций и готовности к долгосрочным обязательствам по финансированию ответственных национальных и региональных учреждений.
- ≈ Для обучения специалистов требуются новые образовательные усилия с привлечением региональных и национальных центров профессионально-технического образования и ВУЗов.
- ≈ Глобальный характер космических данных дистанционного зондирования и свободный доступ к ним, делают их прозрачным и недорогим источником данных для использования в планировании бассейнов трансграничных рек.

# Можно ли опираться на имеющиеся данные при принятии решений в Центральной Азии?

## Факты и цифры

31 миллионов долларов США – это годовые затраты центрально-азиатских стран на борьбу с различными формами и уровнями деградации почвы (по оценке Sutton и др., 2008).



Соляные корочки - индикатор широкомасштабной деградации почв

Среднегодовые потери, вызванные погодными рисками, могут быть сокращены на 20-30%, если качество гидрометеорологических данных и услуг будут улучшены. Это было указано в экономической оценке Всемирного Банка (2009).



Высушенное дно Токтогульского водохранилища летом 2008г.

Обоснованное принятие решений требует обширных и достоверных наборов данных для решения насущных проблем таких, как продовольственная безопасность для растущего населения, экономическое развитие с учетом водных и земельных ресурсов, деградация окружающей среды, в виде засоления почв, и защита населения и экономики от потерь и ущерба в результате стихийных бедствий.

Несмотря на значительные усилия, направленные на сбор данных соответствующими государственными органами, в Центральной Азии принятие обоснованных решений по водным и земельным ресурсам связано с существенными препятствиями, возникающими из-за ограниченной доступности и достоверности данных. Основными требованиями являются:

**Полнота данных.** Зачастую, наборы данных являются неполными во времени или пространстве либо потому, что сбор данных был приостановлен или ограничен легко доступными местами или потому, что данные не обменивались между организациями и/или странами. Например, ухудшение гидрометеорологического мониторинга в зоне формирования стока привело к менее достоверным прогнозам стока; а в низовьях рек часто отсутствуют исправные приборы для измерения расхода в каналах на уровне водопользователей или фермерских ассоциаций, что делает проведение оценки водопользования невозможным.

**Качество данных.** Широко распространенное плохое состояние измерительного оборудования снижает качество измеряемых данных. Например, данные о собранном урожае, предоставленные фермерами, могут быть искажены из-за неотрегулированных весов, данные о стоке рек из-за смещенных и несчитываемых водомерных реек.

**Подробные метаданные.** Имеющиеся наборы данных, например, об объемах водохранилищ или заборе воды, обычно, не очень хорошо задокументированы. Непонятно, как данные были получены и обработаны, и какие неопределенности связаны с ними. Такая метаинфор-

мация имеет важное значение для оценки информационной ценности данных, прежде чем использовать их в процессе принятия решений.

**Системность.** Отличия между методами измерения, обработки данных или определения индикаторов или их изменение во времени приводят к наборам данных, которые невозможно сопоставить по времени или административным границам. Например, изменения расположения метеорологических станций могут внести систематические изменения измеряемых параметров, которые могут быть неправильно истолкованы, как знак изменения климата; изменения в определении типа плодовых культур могут вызвать виртуальную изменчивость официальной статистики; показатели возделывания риса, требующего большого количества воды, часто занижены в официальных данных о площади и урожайности, что ведет к завышенным показателям других культур и искажению оценки спроса на воду.

**Эффективные форматы данных.** Многие наборы данных все еще обслуживаются с помощью аналоговых таблиц, отчетных книг или аналоговых карт. Это затрудняет проведение быстрой оценки на больших территориях, например повторные и пространственно распределенные оценки земельных ресурсов или эффективности использования воды в системах земледелия.

**Своевременность информации.** Наборы данных должны быть получены заблаговременно для принятия многих решений, например, прогноз сезонного стока необходимо сделать за неделю до начала нового вегетационного периода. Для своевременности информации требуется сбор, передача и обработка данных в режиме реального времени.

**Знания.** Отставания в образовании привели к серьезной нехватке базовых знаний и навыков в области управления и обработки данных, географических информационных системах (ГИС) и дистанционного зондирования во многих учреждениях в Центральной Азии.

## Новые технологии наблюдения Земли улучшат информационную основу

Технологии наблюдения Земли предоставляют методы и инструменты для решения этих проблем. Интеграция новых технологий в действующие системы мониторинга существенно повысит надежность, своевременность и пространственный охват этих данных, на которые опираются при принятии решений.

Мониторинг земельных и водных ресурсов можно осуществлять с помощью наземных и космических технологий наблюдения Земли. Оба подхода дополняют друг друга и должны быть усилены в Центральной Азии.

# Усиление наземного мониторинга

В Центральной Азии, эксплуатация наземных сетей гидрометеорологических станций обеспечивается Национальными гидрометеорологическими службами. После распада СССР, эти сети существенно пришли в упадок, как по числу станций, так и по состоянию измерительного оборудования, что привело к получению меньшего объема информации еще худшего качества. Деграция сети особенно серьезная в верховьях водосборов в высокогорных районах Центральной Азии, выступающих в качестве «зоны формирования стока», где формируется большая часть речного стока.

Наземные гидрометеорологические наблюдения дают важные наборы данных для управления водными ресурсами, в частности, в «зоне формирования стока». Они используются в подготовке прогноза погоды и прогноза сезонного стока, т.е. ожидаемого объема воды в вегетационный период, а также для определения оптимальных сроков для посева в сельском хозяйстве. Кроме того, они необходимы для прогнозов и предупреждений чрезвычайных ситуаций, например, масштаб и сроки наводнений и засух. Таким образом, они поддерживают процесс принятия решений на областном и национальном уровнях и на уровне речных бассейнов.

Плотная и соответственно обслуживаемая сеть наземных станций в зоне формирования стока необходима для улучшения прогнозов. Реализация мульти-сенсорного подхода

увеличивает выгоды от вложений в мониторинговую инфраструктуру и операционных расходов. Мульти-сенсорные станции, такие как станции, установленные в рамках проекта CAWa (см. Пример 1), могут предоставить метеорологические, гидрологические, гляциологические, экологические, сейсмологические и другие данные для различных пользователей, например, Гидрометслужбы, МЧС, агентства охраны природы, сельскохозяйственных и водохозяйственных организаций, или энергетических компаний. Эксплуатация таких многоцелевых станций опирается на меж-секторальное сотрудничество.

## Пример 1

### Мульти-сенсорные мониторинговые станции CAWa-Hymet

В последнее десятилетие ряд международных проектов уделяли внимание „пробелу в наблюдениях“, среди них проект CAWa. В рамках этого проекта были установлены 9 автоматизированных станций мониторинга в Кыргызстане, Таджикистане и Узбекистане (Schoene и др., 2013). Станции обеспечены независимым электропитанием за счет солнечных батарей и двунаправленной спутниковой системой связи для передачи данных в режиме реального времени и удаленного доступа к станциям. Это позволяет интегрировать их в систему раннего предупреждения. Помимо стандартных климатических датчиков (температура воздуха, влажность, осадки, солнечная и тепловая радиация, влажность и температура почвы) станции включают в себя ряд других датчиков, в зависимости от их расположения, например системы измерения речного стока и снежного покрова, камеры для мониторинга ледников или сейсмометры. Это называется мульти-сенсорным подходом.



Метеорологическая и гляциологическая мониторинговая станция, установленная на леднике Абрамова в 2011 г. в рамках проекта CAWa.

# Интегрирование методов дистанционного зондирования

В течение последних десятилетий спутниковые технологии для мониторинга поверхности Земли постоянно совершенствуются. Как ожидается, к 2030 году более 250 новых спутников будут запущены в гражданских целях для наблюдения за Землей (Wallstreet: Онлайн, 30.04.2014). Текущая деятельность в государственном секторе космонавтики такие, как предстоящая программа Сентинел (программа ЕС-Коперник) или американская Система наблюдений за Землей учреждения NASA, сосредоточена на политике предоставления бесплатных данных, открывая возможности для многочисленных пользователей в научном, государственном и частном секторах в Центральной Азии.

Данная технология уже показала огромный потенциал для дополнения и улучшения на-

земных методов сбора данных в Центральной Азии. Современные спутниковые датчики позволяют получать раз в две недели информацию о состоянии роста сельскохозяйственных культур, картах раннеспелых культур (хлопок, пшеница, рис, фруктовые сады, см. Пример 2), оценке урожайности (Пример 3) и могут содействовать в проведении оценок водопотребления для выращивания сельскохозяйственных культур в ирригационных системах (суммарное испарение). Мониторинг и количественное определение сельскохозяйственного производства могут помочь плановикам в управлении и оптимизации сельскохозяйственного производства, как в местных, национальных и даже региональных масштабах. Например, своевременная, регулярная и ре-

гиональная информация о сельскохозяйственном производстве является необходимым условием для противодействия стрессу на сельскохозяйственное производство и для обеспечения краткосрочного и долгосрочного стабильного и надежного снабжения продовольствием и сырьем.

Спутниковые наблюдения Земли также предоставляют ценную пространственную информацию о водных ресурсах в зоне формирования стока, в частности, водных запасах в сезонном снежном покрове и в ледниках. Например, информация из карт повседневного снежного покрова, составленного на основе свободно доступных спутниковых данных, может существенно улучшить прогнозы начала снеготаяния и стока в вегетационный период (Пример 4).

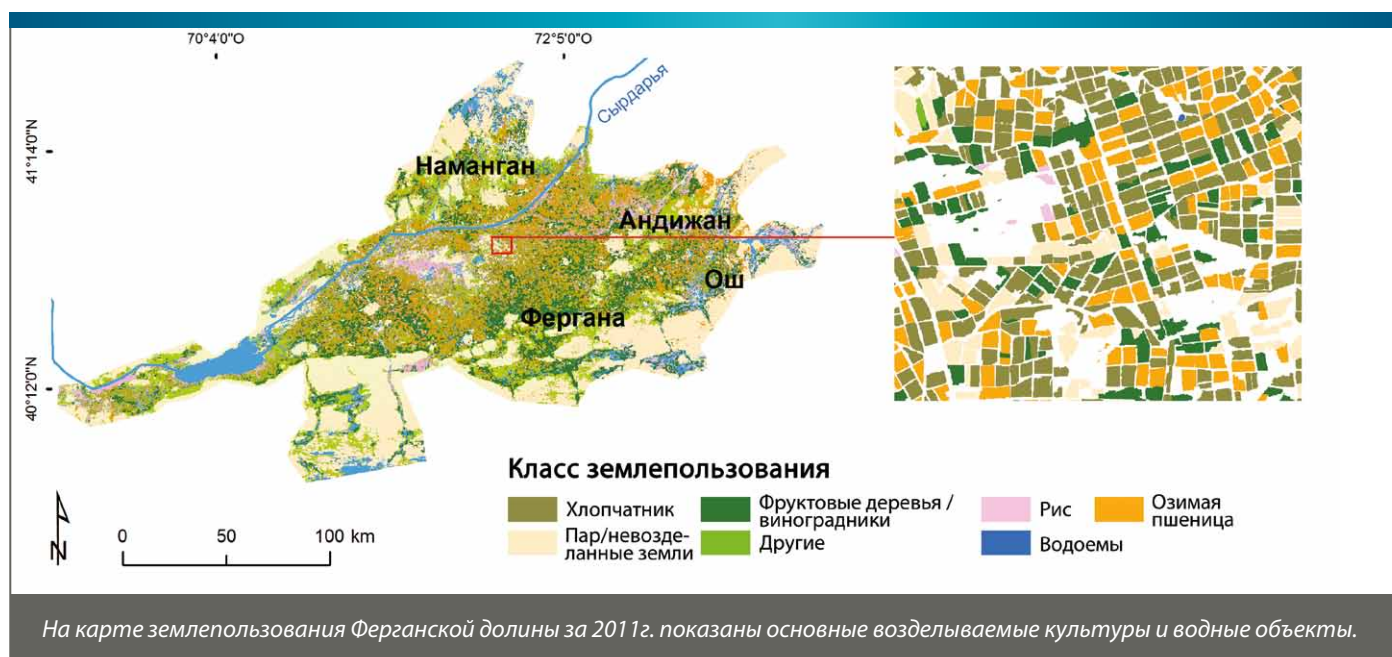
## Пример 2

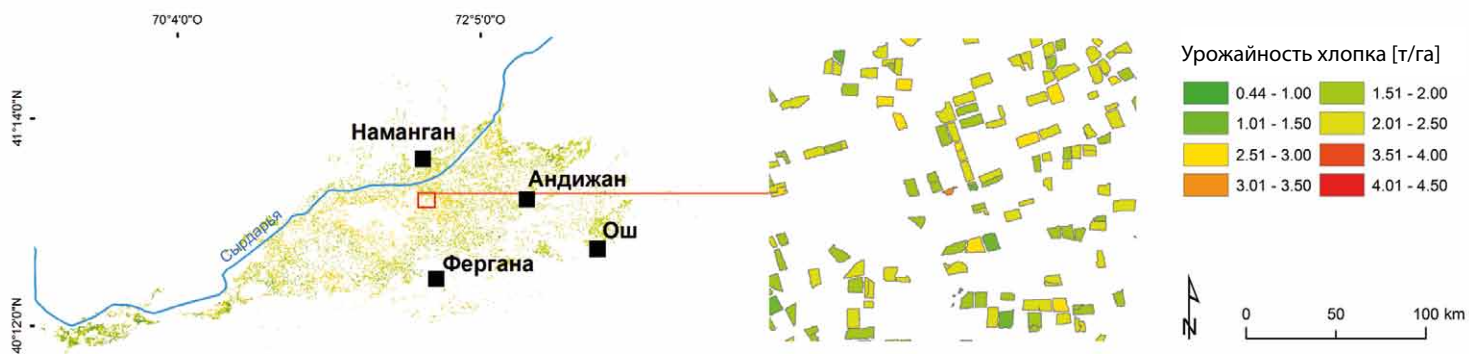
### Карты землепользования

Карты землепользования создаются с помощью классификации спутниковых снимков. Карты использования сельскохозяйственных земель могут быть созданы на региональном уровне (например, для всех орошаемых земель в Центральной Азии) для основных типов культур, таких как хлопок, рис или озимая пшеница (снимок слева). Точность классификации таких карт составляет >85%. Более подробные карты посевов могут быть сделаны в масштабе поля в определенных регионах для выполнения локальных оценок структуры

посевных площадей (снимок справа). Точность таких карт >95%. Многолетние записи использования сельскохозяйственных земель позволяют плановикам и лицам, принимающим решения, следить за структурой посевных площадей в регионе. Такие карты могут быть использованы для оценки потребности в воде.

На карте землепользования Ферганской долины за 2011г. показаны основные возделываемые культуры и водные объекты.





Урожайность хлопка в Ферганской долине в 2011г., рассчитанная с помощью космоснимков.

### Пример 3

## Оценка урожайности

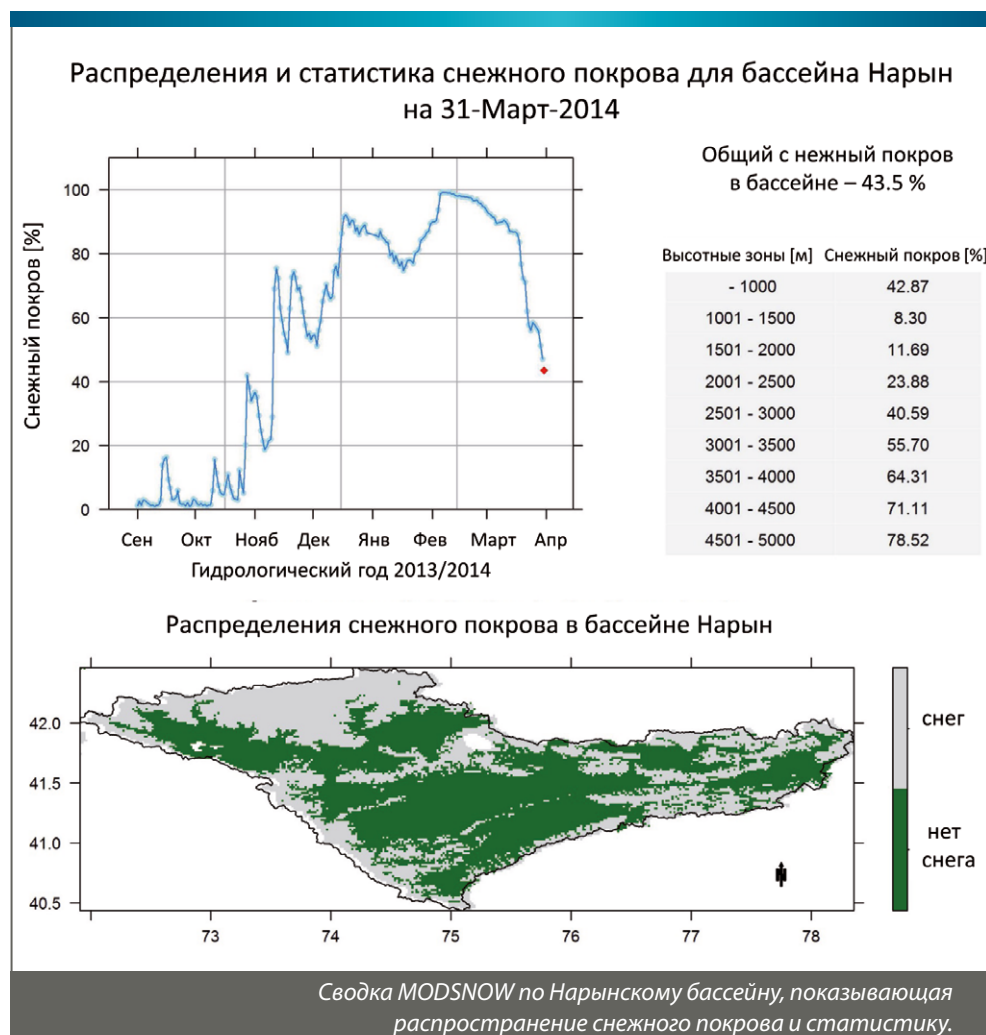
На основе спутниковых снимков можно рассчитать урожайность основных сельскохозяйственных культур в Центральной Азии (хлопок, рис и озимая пшеница). В зависимости от наличия подходящих снимков, можно выполнить анализ пространственной структуры урожайности в региональном (снимок слева) и локальном масштабах (снимок справа). Многолетние данные об

урожайности позволяют осуществлять мониторинг растениеводства и обнаруживать районы с неоптимальными условиями для выращивания или малоплодородные земли. Это ценная исходная информация для плановиков и лиц, принимающих решения, напр. для пространственного планирования мер по восстановлению земель.

### Пример 4

## Снежный покров

Автоматизированная программа MODSNOW, разработанная в рамках проекта CAWa производит ежедневные карты снежного покрова для бассейнов рек Центральной Азии на основе свободно доступных спутниковых данных, полученных от инструмента MODIS. Основными особенностями программы являются удаление облаков из исходных данных и предоставление статистики снежного покрова для районов водосбора (Gafurov и др., 2009). К 2014 году, инструмент MODSNOW был применен в Национальных гидрометеорологических службах Казахстана, Кыргызстана, Узбекистана и Туркменистана, где карты снежного покрова улучшили возможность прогнозирования сезонного стока.





Метеостанция Тарагай в Нарынском бассейне в Кыргызстане

## От данных к решениям

Путь от научного применения методов наблюдения за Землей к практической реализации для принятия решений требует значительных усилий от стран Центральной Азии.

**Инфраструктура.** Для оперативного использования технологий наблюдения за Землей, необходимы значительные инвестиции в оборудование (например, мульти-сенсорные станции, вычислительные средства) и программное обеспечение, которое уже частично доступно на бесплатной основе в виде программных обеспечений с открытым исходным кодом. В большинстве столиц региона имеется доступ к надежному высокоскоростному интернету, который необходим для получения спутниковых данных, поэтому нет необходимости в установке предназначенных для этого спутниковых антенн.

**Долгосрочный операционный бюджет.** Эксплуатация оборудования и коммуникационных линий требует определенных операционных затрат, например, для технического обслуживания, калибровки датчиков в мониторинговых станциях, спутниковой связи, интернет-коммуникации. Эти расходы должны быть предусмотрены в бюджетах ответственных учреждений.

**Квалифицированные специалисты.** Хорошо обученный персонал, включая техников и специалистов в географической и гидрометеорологической сферах, необходим для обработки и управления наборами данных, их анализа и подготовки соответствующих продуктов высокого качества, необходимых для принятия решений. Чтобы избежать «утечки мозгов» эти специалисты должны получать соответствующую зарплату, что требует устойчивого финансирования ответственных учреждений.

**Образование.** Необходимые знания для обработки данных, их анализа и создания определенных продуктов включают принципиальное понимание пространственных данных и исследуемых процессов, глубокие знания в области использования географических информационных систем, а также навыки программирования. Для этого необходимо создание профессионально-технических учебных баз и включение ГИС и методов дистанционного зондирования в университетские учебные программы.

**Механизмы обмена данными.** В процесс принятия решений в области управления водными и земельными ресурсами всегда будут вовлекаться различные секторы и учреждения в пределах одной или нескольких стран. Обоснованные решения, направленные на достижение баланса интересов различных секторов, основываются на совместно используемых и прозрачных наборах данных. Глобальный характер и открытый доступ к спутниковым данным дистанционного зондирования, которые не ограничиваются в своей пространственной протяженности административными границами, хорошо сочетаются с этим подходом. Данные и продукты наблюдения за Землей могут быть доступны для лиц, принимающих решения, из различных секторов, на различных административных уровнях и в различных странах посредством систем поддержки принятия решений и информационных систем, таких как CAREWIB размещенная в НИЦ МКВК. Такие системы могут использовать распределенные подходы, с децентрализованным хранением данных в учреждениях-поставщиках данных, а централизованным доступом для пользователей через национальный или даже региональный веб-интерфейс.

## Библиография

Gafurov, A., Bárdossy, A., 2009. Методология удаления облаков от продукта снежного покрова MODIS. *Hydrology and Earth System Sciences* 13, 7, с. 1361-1373.

Schöne, T., Zech, C., Unger-Shayesteh, K., Rudenko, V., Thoss, H., Wetzels, U., Gafurov, A., Illigner, J., and A. Zubovich, 2013. Новая постоянная многопараметрическая мониторинговая сеть в высокогорьях Центральной Азии - от измерений до баз данных. *Geoscientific Instrumentation, Methods and Data Systems* 2, 97-111, 2013. DOI: 10.5194/gi-2-97-2013

Sutton W, Whitford P, Stephens EM, Galinato SP, Nevel B, Plonka B et al., 2007. Интеграция экологии в сельское и лесное хозяйство. Прогресс и перспективы в странах Восточной Европы и Центральной Азии. Том 1. Вашингтон, Всемирный Банк.

Всемирный банк (2009). Улучшение предоставления услуг в сферах погоды, климата и гидрологии в Центральной Азии (Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан). Доклад, подготовленный в рамках проекта технической помощи «План действий по улучшению предоставления услуг в сферах погоды, климата и гидрологии в странах Центральной Азии с высокой степенью риска и низким доходом», представительство Всемирного банка в России, Москва.

### Данная Аналитическая записка была подготовлена:

Кати Унгер-Шайесте, GFZ Германский Центр Исследований Земли  
Проф. Кристофер Конрад, Вюрцбургский университет  
Д-р Тило Шёне, GFZ Германский Центр Исследований Земли  
Д-р Болот Молдобеков, Центрально-азиатский Институт прикладных исследований Земли, г. Бишкек  
Со-авторы: Д-р Фабиан Лёв, Д-р Абдор Гафуров

Данное издание основано на исследовании, проведенном Германским центром исследований Земли (GFZ), Вюрцбургским университетом и Центрально-азиатским институтом прикладных исследований Земли в рамках проекта «Вода в Центральной Азии» (CAWA). Мнения, выраженные в настоящем документе, являются мнениями авторов и не обязательно отражают взгляды партнерских организаций и правительств.

Пожалуйста, делайте ссылки на данную Аналитическую записку как: Унгер-Шайесте К., Конрад К., Шёне Т. и Молдобеков Б., 2015г. Обоснованное принятие решений по управлению земельными и водными ресурсами в Центральной Азии: Как могут содействовать технологии наблюдения за поверхностью Земли. Аналитические записки «Германской водной инициативы для Центральной Азии» № 1.

DOI: 10.2312/5.4.2015.001r

Вы можете найти Аналитические записки на русском и английском языках на веб-сайте

[www.cawa-project.net](http://www.cawa-project.net)

### Благодарности

Федеральное министерство иностранных дел Германии поддерживает описанные мероприятия проекта и подготовку данной Аналитической записки в рамках «Германской водной инициативы для Центральной Азии» (так называемого «Берлинского процесса»).

### Предоставленные снимки

Титульная страница, стр. 4-5: Карты землепользования и урожайности, Вюрцбургский университет, 2013г.; Стр.2: Токтогульское водохранилище летом 2008г., ЦАИИЗ, 2088г. / Солевая корка, ZEU, 2010г.; Стр.3 и 6: Станции Абрамов и Тагарай, GFZ, 2011г. и 2013г.; Стр.5: Карта снежного покрова, GFZ, 2014г.

Если не указано иное, содержание данной записки доступно по лицензии:



### Выходные данные

Хельмгольц-Центр в Потсдаме  
GFZ Германский Центр Исследований Земли  
Фонд общественного права  
Телеграфенберг  
14473 Потсдам / Германия

[www.cawa-project.net](http://www.cawa-project.net)