

ИНИЦИАТИВА БАССЕЙНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ

**В направлении стратегии с реально осуществимыми инвестициями
в дренаж: бассейн Аральского моря**

СВОДНЫЙ ОТЧЕТ

Якоб В. Кийне

Русская версия под редакцией проф. В.А. Духовного

IPTRID FAO

Август 2006

Published by arrangement with the
Food and Agriculture Organization of the United Nations
by

**SCIENTIFIC-INFORMATION CENTER OF THE INTERSTATE COMMISSION
FOR WATER COORDINATION OF CENTRAL ASIA**

Данная книга была первоначально опубликована Организацией ООН по вопросам продовольствия и сельского хозяйства (ФАО) под заголовком «Инициатива бассейна Аральского моря: в направлении стратегии устойчивого развития орошаемого земледелия с реально осуществимыми инвестициями в дренах – сводный отчет».

Использованные обозначения и представление материала в данном издании не подразумевает выражение мнения со стороны Организации ООН по вопросам продовольствия и сельского хозяйства в отношении правового статуса какой-либо страны, территории, города или района или их властей, либо в отношении демаркации их границ.

Соиздатель отвечает за перевод текста на русский язык, а ФАО не несет никакой ответственности за точность перевода.

© ФАО, англоязычная версия

© НИЦ МКВК, русскоязычная версия

Благодарность

Позвольте с благодарностью отметить помощь, которую я получил от В.А. Духовного, Х.С. Янсена, Э. Нордмана, Дж. Пирса и Н. Висванатха, авторов пяти документов, подготовленных для проекта ИПТРИД, при написании сводного отчета. Я благодарю сотрудников ФАО Франсуа Дофина, Вальтера Клемма, Клеменсию Ликону Манзур, Джулиана Мартинез-Белтран, а также Карлоса Гарсеса и Жана Вердые из ИПТРИД за полезные переговоры во время краткого визита в январе 2005 года.

Мне посчастливилось встретиться с Гарри Денеке - прежним директором проекта ИПТРИД, который проинструктировал меня во время посещения Рима по истории проекта, не описанной в документах. Я также выиграл от встречи в Риме с Ясином Суфи Мао из программы «Действия против голода», который рассказал мне о своей работе по реабилитации орошения и дренажа в Таджикистане. Электронная переписка с Сэмом Джонсоном III также была весьма полезной. Таким образом, Гарри, Вальтер, Ясин и Сэм ознакомили меня с местной спецификой, знания которой мне очень не хватало. Большая благодарность всем.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Продолжающееся высыхание Аральского моря в Центральной Азии в настоящее время рассматривается как одна из нескольких крупнейших экологических катастроф двадцатого века. С падением уровня и повышением минерализации воды в море, когда-то процветающая рыбная промышленность, которая поддерживала жизнь окружающих районов, была разрушена с последующим переселением населения, столкнувшимся с усиливающимися условиями бедности. Возникновение этой трагедии связано с отбором воды на орошение, который имел место в 80-е и 90-е годы из рек Амударья и Сырдарья, впадающих в Аральское море, которые являются основными источниками воды бассейна Аральского моря. Однако за падением уровня моря, несомненно, прячется параллельная трагедия, затрагивающая большое число фермеров пяти стран бассейна Аральского моря: медленная деградация сельскохозяйственных угодий. Сочетание климатических и почвенных условий с плохим управлением водой – нашедших отражение в низкой эффективности орошения и недостаточном дренаже – привели к нарастающему ухудшению земель и качества воды, повышению засоления, увеличению требований на воду для промывки засоленных площадей, заболачиванию, повышенным водозаборам и таким образом порочному кругу экологической деградации. Вопреки общему мнению, что падение уровня моря вызвало засоление окружающих земель, скорее всего засоление в конечном итоге привело к уменьшению размера водоема. В действительности эти два явления тесно взаимосвязаны, ведя к всюду проникающему синергетическому эффекту в ущерб окружающей среде.

На этом фоне ИПТРИД обратился во Всемирный Банк для обсуждения их мнения по содержанию постоянно поддерживаемой данной Программы. Обсуждения привели к идее использования помощи Банка в работах, касающихся ситуации в Центральной Азии. ИПТРИД решила добавить свои ресурсы в эту работу, в основном за счет вклада DFID (Департамент международного развития, Великобритания) и DGIS (Министерство по сотрудничеству в целях развития, Нидерланды). Поэтому, было подготовлено предложение, которое включало организацию международной конференции на высоком уровне в Ташкенте (Узбекистан) с целью обсуждения рисков продолжающегося процесса засоления и других угроз устойчивости орошаемого земледелия, особенно в средней и нижней частях бассейна Аральского моря. Более того, конечным продуктом должен был стать документ под названием «В направлении стратегии устойчивого развития орошаемого земледелия с реально осуществимыми инвестициями в дренаж», обобщающий результаты ряда исследований, которые должны были быть проведены различными организациями, мобилизованными Секретариатом ИПТРИД. Этот документ сейчас представлен читателю.

Пять организаций-участников и их вопросы представлены ниже (в алфавитном порядке):

- Институт Алтерра-ИЛРИ (Нидерланды), который занимался гидрогеологией в увязке с засолением и дренажом.
- Центр Брейса по управлению водными ресурсами (Канада), который описывает текущее состояние дренажной инфраструктуры.
- Институт гидрологии Валлингфорда (Великобритания), который рассматривал требования культур на воду.

- Научно-информационный центр Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии (Узбекистан), который выполнил анализ дренажных условий в данной зоне.
- Вотер Вотч (Нидерланды), которая использовала снимки Ландсат для оценки динамики засоления почв.

Эти документы включены в приложенный CD Rom. Они рассматриваются как «рабочие материалы», означая, что была сделана только небольшая редакция, и они представлены в том виде, в котором были подготовлены этими организациями. Кроме того, параллельно с предлагаемыми продуктами исследования, на компакт-диске, также в качестве «рабочего документа», представлены материалы Конференции, проведенной в марте 2004 года в Ташкенте.

ИПТРИД заинтересована в поддержке дальнейших исследований и работ в этой зоне мира и она будет заниматься поиском как нового финансирования, так и партнеров для углубления наших текущих знаний и выдвижения мер против этой проблемы. Данный документ представляет три предварительных проекта, затрагивающих пути решения и обращения вспять нынешней тенденции ухудшения дренажной инфраструктуры пораженной зоны. ИПТРИД намерена довести дело до конца, поддерживая эти организации в области поиска финансирования международными организациями для выполнения предложений или сопутствующих работ.

Программа хотела бы поблагодарить все организации и их специалистов, участвовавших в данной работе. Более того, необходимо признать роль, которую сыграл мой предшественник Оливье Когельс в компилировании инициативы и Гарри Денеке, впоследствии Регионального менеджера по Азии, который нес основную тяжесть выполнения до своего ухода из ИПТРИД. Особая благодарность нашему техническому персоналу, особенно Эдит Махабир, которая обеспечивала безусловную поддержку в течение всего проекта. В заключение, хочу выразить благодарность нашему консультанту Якобу Кийне, кто отвечал за обзор проекта, содержащийся в данном документе. Нашим донорам отдельная благодарность и мы надеемся на будущую помощь по этому вопросу.

Просьба направлять ваши комментарии и замечания, если таковые возникнут, в адрес Секретариата ИПТРИД в Риме.

Карлос Гарсес-Рестрепо
Менеджер программы ИПТРИД

Содержание

БЛАГОДАРНОСТЬ.....	iii
ПРЕДИСЛОВИЕ.....	v
КРАТКИЙ ОБЗОР.....	ix
ЧАСТЬ 1 ОБОБЩЕНИЕ.....	1
1. ВВЕДЕНИЕ.....	2
1.1 Преамбула.....	2
1.2 Сведения об использовании водных ресурсов в бассейне Аральского моря.....	4
1.3 Сведения о странах и населении БАМ.....	6
2. ОРОШЕНИЕ В БАССЕЙНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ (БАМ).....	7
3. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И СОЛИ В БАМ.....	9
3.1 Гидрогеология и мобилизация солей.....	9
3.2 Мониторинг засоления.....	14
4. ДРЕНАЖ В БАМ.....	19
4.1 Текущие проблемы с существующими дренажными системами.....	19
4.2 Улучшение дренажа.....	23
5. ВЫВОДЫ.....	25
ЧАСТЬ 2 ОЦЕНКА НУЖД.....	27
6. Введение.....	28
6.1 Сценарии и планы действий, разработанные в рамках проекта.....	28
6.1.1 Сценарий сохранения существующих тенденций.....	29
6.1.2 Сценарий умеренных инвестиций.....	29
6.1.3 Сценарий крупных инвестиций.....	30
6.2 Планы действий.....	30
7. ДРУГИЕ ОТЧЕТЫ, ЗАТРАГИВАЮЩИЕ НУЖДЫ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В БАССЕЙНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ.....	34
7.1 Отчет «Гасконинга».....	34
7.2 Отчет Всемирного банка.....	35
7.3 Комментарии автора по двум отчетам.....	37

8. ПОТРЕБНОСТЬ В БОЛЕЕ ДОСТОВЕРНЫХ ДАННЫХ	37
9. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МЕТОДОЛОГИИ МОНИТОРИНГА ЗАСОЛЕННОСТИ ПОЧВ	38
10. ВАРИАНТЫ ОТВЕДЕНИЯ ДРЕНАЖНЫХ ВОД	39
11. ТРАНСГРАНИЧНЫЙ СТОК	41
12. ОЦЕНКА НУЖД	41
12.1 Комментарии и выводы автора	42
ЧАСТЬ 3 ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ПРОЕКТНЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ.....	49
13. ПРОЕКТНЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ-КОНЦЕПЦИИ.....	50
14. ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА	60
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 ЗАМЕЧАНИЯ, ПОЛУЧЕННЫЕ ОТ КОМАДНЫ НИЦ МКВК.....	62

В направлении стратегии с реально осуществимыми инвестициями в дренаж: бассейн Аральского моря

СВОДНЫЙ ОТЧЕТ¹

КРАТКИЙ ОБЗОР

В данном отчете обобщаются пять отчетов, подготовленных по просьбе ИПТРИД как часть Оценки нужд и формулировки стратегии для бассейна Аральского моря (БАМ). В отчетах представлены различные аспекты дренажной инфраструктуры и данные по засолению и заболачиванию орошаемых земель БАМ. Данные отчеты, полная версия которых содержится на прилагаемом компакт диске², также включают планы действий и сценарии инвестиций.

Значение орошаемого земледелия в БАМ видно из его площади и протяженности каналов. Общая орошаемая площадь составляет около 9 млн. га, причем чуть меньше половины этой площади относится к бассейну реки Сырдарья. Протяженность оросительных каналов в бассейнах рек Сырдарья и Амударья составляет около 50 000 км, включая 70 % необлицованных каналов. Около половины орошаемых земель когда-то обслуживалось открытыми и закрытыми дренами, особенно в Казахстане и Узбекистане, и вертикальным дренажом. По оценкам сейчас минимум половина дрен находится в нерабочем состоянии.

Пять стран бассейна БАМ значительно отличаются по своему валовому национальному доходу (ВНД) и привлеченным прямым иностранным инвестициям (ПИИ). Казахстан с населением 16 млн. человек является богатейшей страной благодаря своей нефти и имеет ВНД 1 350 долларов США на человека, а ПИИ 173 долларов США на человека. Самой бедной страной региона является Таджикистан с 6 млн. человек и ВНД 180 долларов США на человек, а ПИИ менее 4 доллара США на человека.

Переход от коммунизма к частной собственности и отдельному управлению начался в 1991 году с распадом бывшего Советского Союза. Это был сложный процесс, который в некоторых странах продолжается и по сей день. Государственные ассигнования на эксплуатацию и техобслуживание (Э&Т) ирригационной и дренажной инфраструктуры снизились до такой доли, которая необходима для поддержания систем в рабочем состоянии; сейчас эта цифра составляет повсеместно менее 1 долл. США на гектар, за исключением Узбекистана, где она равна примерно 7 долл. США.

По наилучшим оценкам КПД орошения лежит в пределах 30-40 %, что обычно не является низким показателем для развивающихся стран, но поскольку уровни урожайности также низкие, то валовая стоимость/удельная водоподача намного меньше, чем в Индии. Половина орошаемых земель затронута засолением, а одна треть заболочена. Эти условия характеризуются значительным территориальным разбросом, в зависимости от местных геофизических, почвенных и водохозяйственных условий.

Естественная дренирующая способность в БАМ недостаточна для решения проблемы подпитки грунтовых вод за счет переполивов. Около 35 % дренажного стока в бассейне Амударьи поступает обратно в реку, 60 % аккумулируется в неглубоких понижениях и водоприемни-

¹ Написано для ИПТРИД Якобом В.Кийне, консультант по управлению водой, Хемел Хемпстед, Хертц., Великобритания

² Компакт прилагается к англоязычной версии отчета - *прим. ред.*

ках (которые уже переполнены или постепенно полностью заполняются), а 5 % повторно используется. По бассейну Сырдарьи эти цифры составляют: 60 % в реку, 20 % в водоемы, и 20 % повторно используется. Из 140 млн. тонн солей, выносимых с дренажными водами, от 25 до 50 % солей мобилизуется из почвенных разрезов и водоносных горизонтов. Остаток состоит из солей, переносимых с поливной водой.

Дренажные системы характеризуются дренами с глубоким заложением и широким междреньем, что способствует мобилизации солей за счет несоответствия между подачей и требованиями на оросительную воду, низким уровнем техобслуживания систем и недостатком оборудования для его проведения. По международным стандартам, густота дренажной сети считается низкой. (Fayziera et al., 2004).

Неудовлетворительная работа ирригационной и дренажной сети приводит к ежегодным экономическим потерям в размере 1,5-1,8 млрд. долл. США по всему БАМ или одной трети его производственного потенциала.

Анализ снимков орошаемых площадей, полученных от дистанционных измерений, в сочетании с полевой съемкой засоления дает перспективу для эффективного и экономного метода мониторинга засоления почв. Данная методология может помочь в идентификации критических условий засоленности без необходимости проведения регулярных дорогостоящих полевых съемок.

Исследования на основе моделирования породили несколько дренажных сценариев. Например, по оценкам Научно-информационного центра Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии (НИЦ МКВК), в Бухарской области, площадью 274 000 га на правом берегу Амударьи, при отсутствии крупных ежегодных инвестиций: к 2025 году два процента орошаемых земель будет выведено из оборота, около половины орошаемых земель не будет обеспечено функционирующими дренами, и все земли будут засолены. В БАМ 600 000 из девяти миллионов гектар уже выведено из оборота.

В общем и целом, управляющие организации неспособны обратить эти тенденции вспять. Тем временем сельское население лишается своих заработков. Для реконструкции и ремонта дренажной системы, планировки земель и внедрения более передовых методов управления водными ресурсами и агротехники потребуются вложения порядка 100-300 долл. США на гектар. Исследования на модели показывают, что влияние подобного уровня инвестиций выразится в 1% повышении производства в первые десять лет с увеличением до 5 % в течение следующих десяти лет. Нереально ожидать, что на орошаемых площадях можно будет сберечь достаточно воды для восстановления уровня воды в Аральском море. Наиболее вероятно, что любая высвободившаяся вода в результате усовершенствованных методов управления водой будет использована для расширения орошаемых земель. Экономическая жизнеспособность ирригационной и дренажной структуры зависит от местности. Некоторые районы, например бессточные бассейны или районы с сильно засоленными почвами, непригодны для орошения и не подлежат мелиорации.

Для достижения успешных результатов проекты по восстановлению дренажа должны содержать комплекс мер и улучшений, включая развитие потенциала фермеров, поставщиков услуг и регулирующих органов. Там, где необходимо, проекты по восстановлению могут также включать компонент исследований, но направленностью сформулированных проектов является применение накопленных знаний. При выборе участков для проектов следует учесть наличие государственных структур, готовых поддержать процессы изменений, а также добросовестных строительных компаний. Эффекты от восстановления проявятся постепенно, а там, где подобные проекты еще не начаты, состояние земель и воды будет продолжать ухудшаться. Таким образом, остается важным обеспечение альтернативных средств к существованию и занятости вне сельскохозяйственного производства.

Были сформулированы три ориентировочных проектных предложения-концепции. В них затронуты три района восстановления дренажа и усиленного повторного использования дренажных вод: в Бухарской области; в Хорезмской и Ташаузской областях, с которых дренажные воды отводятся в Сарыкамышское озеро в Туркменистане; в верховьях Сырдарьи в Кыргызстане, где вынос солей может быть снижен с благоприятным воздействием на низовья этого речного бассейна.

ЧАСТЬ 1
ОБОБЩЕНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1 Преамбула

В данном отчете обобщаются данные и анализ пяти отчетов, которые были представлены в рамках финансируемого Всемирным банком проекта Международной программы технологий и исследований в области ирригации и дренажа (ИПТРИД), размещающейся в офисе Организации ООН по вопросам продовольствия и сельского хозяйства (ФАО) в Риме (Италия). Цель проекта – способствовать выработке стратегии с реально осуществимыми инвестициями в дренаж в бассейне Аральского моря (БАМ) и тем самым экономической и экологической устойчивости орошаемого земледелия бассейна.

ИПТРИД является независимой программой целевого фонда доноров, базирующейся в ФАО, предоставляющей помощь развивающимся странам и агентствам содействия развитию в формулировке и осуществлении стратегий и программ устойчивого управления водой для сельскохозяйственных нужд, с упором на развитие потенциала. Программа нацелена на сокращение бедности на селе, повышение продовольственной безопасности и экологической устойчивости посредством расширения доступа фермеров, фермерских ассоциаций и поставщиков услуг к приемлемым технологиям и методам ирригации, дренажа, сбора воды, борьбы с засолением и паводками.

Основу данного Сводного отчета образуют пять неопубликованных предварительных отчетов (перечислены в алфавитном порядке):

- 1 Янсен, Х.С. 2004. «Основные гидрогеологические характеристики, связанные с засолением и дренажом». Алтерра-ИЛРИ (Alterra-ILRI), Вагенинген, Нидерланды, 56 стр.
- 2 Пирс, Д. 2004. «Общая эффективность использования оросительной воды в бассейне Аральского моря». Институт Гидрологии Валлингфорда (H.R. Walligford), Валлингфорд, Великобритания, 22 стр.
- 3 Научно-Информационный Центр Межгосударственной Координационной Водохозяйственной Комиссии. 2004. «Дренаж в бассейне Аральского моря: в направлении стратегии устойчивого развития». Ташкент, Узбекистан, 296 стр.³
- 4 Висванатха, Н. 2004. Отчет по дренажу для проекта «В направлении стратегии устойчивого развития орошаемого земледелия с реально осуществимыми инвестициями в дренаж: бассейн Аральского моря, Центральная Азия». Центр Брейса по управлению водными ресурсами, Университет МакГилл, Канада, 46 стр.
- 5 Вотер Вотч. 2004. «Определение динамики засоления почв в отдельных частях бассейна Аральского моря по спутниковым снимкам Ландсат.», Вагенинген, Нидерланды, 19 стр.

В марте 2004 года в Ташкенте была проведена конференция в рамках проекта ИПТРИД. Первая часть данного отчета содержит краткий обзор пяти перечисленных выше отчетов, а также материалы конференции в Ташкенте.

Многие данные, использованные консультантами и проанализированные в их отчетах, были собраны Научно-Информационным Центром Межгосударственной Координационной Водохозяйственной Комиссии (НИЦ МКВК). Межгосударственная Комиссия была создана вскоре после того, как пять Центрально-азиатских республик (Таджикистан, Узбекистан, Туркменистан, Кыргызстан и Казахстан) обрели независимость в 1991 году. Она отвечает за разра-

³ Отчет МКВК опубликован отдельным изданием с включением пяти национальных представлений и может быть получен по запросу в НИЦ МКВК

ботку водохозяйственной политики и утверждение ежегодных лимитов водопользования для каждого из государств-членов МКВК. Научно-Информационный Центр МКВК занимается научной деятельностью и проводит исследования, подготавливает предложения и обеспечивает обмен данными между государствами. Данные НИЦ включены в третий отчет из выше перечисленных. Может показаться, что некоторые из этих данных расходятся с другими данными из литературы. Например, орошаемые площади Казахстана и Кыргызстана, которые по базе данных ФАО (<http://apps.fao.org>) больше, чем цифры, представленные НИЦ МКВК. Это объясняется тем фактом, что данные ФАО относятся к стране в целом, включая земли, не относящиеся к бассейну Аральского моря.

В рамках данного проекта не выполнялся отдельный сбор данных и проверка полевыми наблюдениями, что возможно ограничивает абсолютную точность некоторых выводов, но маловероятно влияет на понимание общей тенденции в производстве сельхозкультур и ухудшающейся ситуации с ирригацией и дренажом в бассейне Аральского моря. Некоторые комментарии, полученные от профессора Духовного и включенные в прилагающийся компакт-диск, затрагивают неопределенность в существующих данных, где он указывает, что некоторые данные, приведенные в использованных здесь отчетах и в литературе расходятся с данными, имеющимися у НИЦ. Не только данные, но и их интерпретация являются предметом текущей дискуссии. Все комментарии по данным вопросам включены в CD-rom. Хотя эта дискуссия не прекратится еще в течение некоторого времени, никто из авторов отчетов, рассмотренных в данном Сводном отчете, не выразили несогласия с его общим анализом и выводами. Понимание, полученное в ходе выполненных в проекте анализов, подкрепляет Оценку нужд и три ориентировочных проектных предложения, составляющих вторую и третью части отчета. Целью Оценки нужд является формулировка реально осуществимой стратегии инвестиций, как показано на примере трех ориентировочных проектных предложений.

В следующих параграфах данного Введения представлена вводная информация о водных ресурсах БАМ и населении пяти Центрально-азиатских республик, собранная автором данного сводного отчета⁴. Далее в главе 2 отчета обсуждается важность орошения и возможности повышения эффективности водопользования в орошении. Глава 3 затрагивает гидрогеологию бассейна и, в особенности, мобилизацию солей, что послужило причиной повсеместного засоления орошаемых земель бассейна. В этой главе также объясняется, как можно наилучшим образом контролировать засоление почв. В главе 4 описывается текущее состояние дренажной инфраструктуры и обсуждается несколько сценариев улучшения дренажа. В главе 5 представлены выводы составителя, сделанные на основе данной первой части отчета.

Вторая часть отчета начинается с более подробного анализа сценариев, представленных Висванатха (2004) в отчете 4. В главе 7 кратко суммируются два других последних отчета, которые расширяют область анализа и тем самым помогают в формулировке оценки нужд и предложений. Главы 8-11 представляют темы, поднятые в отчетах, и иллюстрируют аспекты оценки нужд, приведенной в главе 12. Комментарии и выводы составителя по оценке нужд представлены в главе 12 с последующим указанием библиографии и благодарностью. В заключение, глава 15, которая составляет третью часть отчета, содержит три ориентировочных проектных предложения. Это примеры того, что может быть сделано, и их необходимо широко обсудить до того, как они будут доведены до полных предложений для представления заинтересованным донорам.

⁴ Комментарии составителя данного отчета отпечатаны курсивом только в тех местах, где может возникнуть путаница в отношении авторов представленных мнений.

1.2 Сведения об использовании водных ресурсов в бассейне Аральского моря

Рисунок 1



Как известно, излишний отбор воды на орошение из рек Сырдарья и Амударья, впадающих в Аральское море, в значительной степени способствовал высыханию Аральского моря. В летние месяцы, когда требования на оросительную воду достигают своего максимума, мало воды доходит до моря. Вследствие повышенного засоления почв на орошаемых площадях речных бассейнов, дополнительные объемы воды использовались для вымывания солей из корневой зоны. С течением времени эта промывка привела к подъему уровня грунтовых вод и заболачиванию земель, тем самым, снижая урожайность. Более того, промывка в зимнее время и использование воды верхними водохранилищами для выработки электричества сократили важный зимний сток в море. Дренажные системы были установлены для контроля уровня грунтовых вод, но как обсуждается более подробно ниже, конструкция дренажных систем, вероятно, способствовала мобилизации солей в почве, что привело к накоплению солей в корневой зоне.

Расчетный годовой расход рек Сырдарья и Амударья вместе составляет 116 км^3 , который поддерживает некоторые из крупнейших ирригационных массивов мира (см. таблицы 1 и 2). Жизнедеятельность около 22 млн. человек напрямую или косвенно зависит от орошаемого земледелия.

Доля ВВП от сельского хозяйства изменяется от 19% в Казахстане, наиболее населенном из пяти стран, до 38% в Кыргызстане, одной из наименьших стран с населением около 5 млн. человек (Всемирный банк, 2003).

Таблица 1. Орошаемое земледелие в бассейнах рек Амударья и Сырдарья

	Страны	Площадь бассейна тыс. км ²	Пахотные угодья (%)	Орошаемые (% пахот. земель)	Орошаемая площадь, тыс. га
Сырдарья	Казахстан, Узбекистан, Кыргызстан	783	22	27	4649
Амударья	Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан	535	22	35	4118

Источник: Мировая статистика по орошению и воде 2002, ИВМИ. Коломбо, Шри-Ланка

Таблица 2. Ирригационная инфраструктура в бассейне Аральского моря, выраженная через протяженность каналов (x1000 км)

Страна	Необлицованные каналы	Облицованные каналы	Общая протяженность	Процент от общего
Казахстан	4,0	0,6	4,6	10
Кыргызстан	1,6	1,1	2,7	6
Таджикистан	3,3	2,0	5,3	11
Туркменистан	7,8	0,5	8,3	16
Узбекистан	18,7	9,3	28	57
Всего	35,4	13,5	48,9	100

Источник: Роял Гасконинг, региональный отчет № 2, май 2002 г.

По оценкам около 33 млн. гектаров пригодно для орошения, откуда следует, что в настоящее время реально орошается только около одной четверти пригодных земель. Однако из-за расточительного использования воды, этот ресурс, а не земля, является ограничивающим фактором. По некоторым оценкам, 24 % от общей земельной площади засолены, 7,5 % сильно засолены.

На реке Амударья расположено два крупных водохранилища, одно в верхнем водосборе в Таджикистане, а другое в Узбекистане в верхней части дельты реки (Роял Гасконинг, 2002). Три другие более мелкие плотины расположены в притоках реки. Одна из задач этих плотин – выработка электричества. Сырдарья также имеет два крупных водохранилища, одно в Кыргызстане, а другое в среднем течении реки в Узбекистане.

Сельское население во всех странах БАМ составляет более половины от общей численности населения, с максимумом 83 % в Кыргызстане (Bucknall et al., 2003). С момента обретения независимости Центрально-азиатскими республиками в 1991 году, содержание ирригационной и дренажной инфраструктуры не отвечает требованиям, поскольку бюджеты хозяйств и правительств недостаточны для надлежащего обеспечения эксплуатации и техобслуживания (Э&Т). Кроме того, управление водой не только не эффективно, но и не продуктивно из-за слабости, как государственных организаций, так и объединений водопользователей. До распада СССР Э&Т находились в ведении крайне централизованной администрации, которая выполняла не допускающие изменений планы техобслуживания, исходя из стандартизованных и устаревших норм. С 1991 года роль центральных органов в управлении ирригационной и дренажной инфраструктурой уменьшилась, но она не была принята от них автономными Ассоциация-

ми водопользователей. Более того, по имеющимся данным затраты на Э&Т значительно снизились. В Казахстане, например, в период 90-х они сократились на 21% (Bucknall et al., 2003).

Орошаемое земледелие в настоящее время претерпевает процесс постепенно ускоряющегося падения. Поскольку состояние ирригационной и дренажной инфраструктуры продолжает ухудшаться, проблема засоления станет более серьезной, доходы от производства культур снизятся, а рентабельность сельского хозяйства будет продолжать уменьшаться. Если ничего не предпринимать для обращения этих трендов вспять, сельская беднота постепенно потеряет ресурсную базу, от которой зависит их жизнедеятельность.

Взаимосвязь между деградацией ресурса и ростом нищеты в бассейне Аральского моря затронута детально в Bucknall et al. (2003). Она также будет обсуждаться в главах 7.2 и 12 во второй части данного отчета.

1.3 Сведения о странах и населении БАМ

Бассейн Аральского моря расположен в сердце Евразийского континента. Страны бассейна характеризуются разнообразным ландшафтом, включая равнинные речные бассейны, степи и горные районы с высотными отметками, достигающими 7 500 м над уровнем моря. Лето жаркое, а зимы холодные, с большими территориальными колебаниями в зависимости от высоты. Годовое количество осадков в низинных пустынях бассейна колеблется от 250 до 300 мм в Голодной степи, на юго-западе от Ташкента до 100 мм на юго-западе БАМ и достигает 400-600 мм в юго-восточных предгорьях. Имеют место большие колебания осадков внутри года. В горных районах осадки выпадают в основном в виде снега и могут достигать 2 000 мм в год.

В таблице 3 приводятся некоторые демографические и экономические данные по пяти странам БАМ. Данные показывают большой разброс, особенно заметный по численности населения и его темпам роста, ВНД на душу населения, темпам роста ВВП и прямым иностранным инвестициям, которые они смогли привлечь.

Последние, вероятно, частично связаны с наличием запасов сырой нефти. Сходства между странами проявляются в средней продолжительности жизни и коэффициенте смертности детей до 5 лет, которые являются показателями охраны здоровья и косвенно нищеты. Данные по национальному уровню бедности имеются только в трех из пяти стран. Исключением является уровень бедности в Казахстане, составляющий 35 %. В целом бедность проявляется на селе, где по оценкам 70-90% население живет в нищете. Однако данные, приведенные в работе Bucknall et al. (2003), показывают, что в абсолютном выражении сельская нищета находится немногим в более затруднительном положении, чем городская нищета. В ходе полевых оценок, приведенных авторами, было обнаружено, что уровень жизни жителей всех сельских районов намного снизился за последние годы.

Независимость в 1991 году принесла с собой разрушение огромных агропродовольственных комплексов и разрыв традиционных торговых связей. Отсутствие конкуренции способствовало низкой продуктивности и плохому качеству продукции в период, когда в сельском хозяйстве в предыдущее столетие доминировали крупные колхозы и совхозы. Переход от коммунизма зачастую зависел от политической готовности разрушить эти элементы. Согласно Dixon and Gulliver (2001) в публикации ФАО/Всемирного банка по системам земледелия, «Степень, до которой намерение перешло в реальную земельную реформу – а также темпы и процедуры этой реструктуризации – сильно отличались по странам. Тем не менее, общим свойством этих стран была непредусмотренная сложность данного процесса трансформации, связанного с исключительной трудностью «повторного создания» систем земледелия на основе личной собственности и управления».

Таблица 3. Демографические и экономические данные по пяти центральноазиатским республикам

	Казахстан	Кыргызстан	Таджикистан	Туркменистан	Узбекистан
Население (млн.)	16	5	6	5	25
Рост населения (%/год)	-0,7	1,0	1,1	2,0	1,3
Национальный уровень бедности (%)	35	64	72	нет данных	нет данных
ВНД (\$/чел)	1350	280	180	950	550
Сред. продолжительность жизни	63	66	67	67	69
Детская смертность в возрасте до 5 лет на 1000 детей	99	61	116	87	68
Водопользование (% от общего ресурса)	31	22	15	39	51
Рост ВВП (%/год)	13	5,3	10	21	4,5
Прямые иностранные инвестиции (млн. \$)	2763	5	22	150	71
ПИИ (\$/чел)	173	1	3,7	30	2,8

Источник: Всемирный банк (2003), Институт водных ресурсов (WRI, 2003); данные 2001 года.

2. ОРОШЕНИЕ В БАССЕЙНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ (БАМ)

Вследствие малого в целом количества выпадающих осадков в БАМ, производство сельхозкультур возможно только при орошении. Некоторые области орошались столетиями, но большая часть оросительных систем была развита в период 50х-60х. Благодаря наличию центральной плановой системы бывшего СССР, было возможно построить крупные оросительные системы для орошения пустынных и степных районов и направить сотни тысяч людей на работу в этих системах. С 1970 по 1989гг. площадь орошения в бассейне Амударьи выросла на 150%, а в бассейне Сырдарьи на 130% (Bucknall et al., 2003). Это повлекло за собой повышение отбора воды из рек, которая затем нерационально использовалась на полях. Однако некоторые утверждают, что подобная критика расточительного использования воды в орошении основывается только на наблюдениях влияния отборов воды на уровень воды в Аральском море без точных измерений водоподачи и водопотребления культурами на поле (Murray-Rust et al., 2003).

В рамках данного проекта, Пирс (отчет 2, 2004) оценил общую эффективность орошения в выборочных зонах планирования (областях) БАМ. Задача заключалась в использовании имеющейся на местах информации, чтобы понять степень неэффективности водопользования при режимах орошения зон планирования. Орошаемые культуры включают хлопок, рис, пшеницу, кукурузу и кормовые культуры. Подача воды на орошаемые площади дополняется дренажными водами в форме возвратного стока от сельского хозяйства и сбросных вод.

Требования культур на воду рассчитывались с помощью программы ФАО CROPWAT. Входные данные обеспечивались НИЦ МКВК, включая распределение посевных площадей по каждой из 13 областей (зон планирования) в бассейнах рек Амударьи и Сырдарьи. Также в качестве входной информации использовались данные о сортах выращиваемых культур, датах их сева и сбора урожая и сводные метеорологические данные. Анализ включал расчет интенсивности эталонной эвапотранспирации за каждую декаду в течение года, фактической эва-

потранспирации и, тем самым, требуемый объем орошения с учетом эффективных осадков. Затем подекадные требования на орошение суммировались по каждому исследуемому году – 1990, 1995, 2000.

Расчетные требования на воду сопоставлялись с фактическими объемами водоподачи в области. Данные по водоподаче были взяты из отчета НИЦ МКВК. Они представляют лучшие оценки, которые выполнялись ежегодно по отбору воды на орошение в каждую область. Эффективность орошения на областном уровне находилась путем деления требований культур на воду на объем воды, фактически поданной. Аналогичные вычисления выполнялись с отдельным набором данных по водозабору для проверки результатов. Этот второй набор данных был взят из национального отчета программы GEF/МФСА по Узбекистану (GEF/МФСА, 2003). Данные рассчитывались отдельно и учитывали использование подземных и дренажных вод. Эти данные имелись только на 2000 год.

В результате установлено, что эффективность орошения на основных орошаемых площадях БАМ колеблется в пределах 30-50 %. Среднее значение составило 40% за рассматриваемый период. Этот уровень довольно распространен для массивов поверхностного орошения по всему миру (например, Murgay-Rust et al., 2003). Однако, как и для любого другого орошаемого региона, для устойчивости орошения на этом уровне неэффективности необходимо, чтобы дренажная сеть работала эффективно.

На рисунке 2 обобщаются рассчитанные величины эффективности орошения и представляются в виде зон с шагом 10 %. На этом рисунке, сверху вниз, три карты демонстрируют ситуацию в 2000, 1995 и 1990 годах на основе данных НИЦ МКВК. Карты показывают, что ситуация существенно не меняется. Хотя вычисленная эффективность орошения немного изменяется за указанный период, по мнению автора, нет общей тенденции к ее снижению или повышению с течением времени. Карта, отображающая территориальное распределение пересчитанных значений эффективности орошения на 2000 год с использованием данных GEF/МФСА незначительно отличается от карты 2000 на рис.2 и поэтому предполагает, что анализ водоподачи в зоны планирования согласован.

Как всегда, средние величины маскируют отдельные расхождения. Интересно отметить, что три области бассейна Сырдарьи (Джизакская, Наманганская и Сырдарьинская) имеют эффективность орошения выше 0,6 по данным НИЦ МКВК за 2000 год. Фактически, эффективность орошения по Джизакской области постоянно выше 0,6 по данным за три года. Средняя эффективность орошения по Сырдарьинской области постоянно повышается за рассматриваемый период времени, со значением, немного превышающим эффективность орошения за 2000 год, что невозможно. Когда эта же эффективность рассчитывается с использованием данных GEF/МФСА, ее значение уменьшается до более реалистичной цифры 0,39. Кроме того, эффективность орошения по Джизакской и Наманганской областям резко снижается (соответственно до 0,45 и 0,36) при вычислении на основе данных GEF/МФСА. Вероятная причина расхождений между двумя наборами рассчитанных величин может заключаться в том, что в данных GEF/МФСА учитывается участие грунтовых и дренажных вод, а в данных НИЦ МКВК оно не учитывается.

Средняя эффективность орошения по областям бассейна Сырдарьи составляет 0,61 по данным НИЦ МКВК и 0,35 по данным GEF/МФСА, а по областям бассейна Амударьи – соответственно 0,38 и 0,31. Из этого следует, что для дальнейших исследований требуются данные по грунтовым водам и повторно используемым дренажным водам для расчетов значений эффективности орошения. Другой аспект будущих исследований заключается в уточнении, действительно ли эффективность орошения выше в областях, расположенных в верховьях бассейна Сырдарьи, чем в областях среднего и нижнего течения бассейна, что возможно, если засоление почв представляет небольшую проблему в верховьях и тем самым фермеры менее склонны проводить избыточные поливы.

Имеющаяся информация на областном уровне не позволяет вычислить эффективность орошения на уровне всего речного бассейна. Известно, что имеет место немалое повторное использование дренажных вод, но для расчета продуктивности воды требуются более детальные локализованные данные (урожайность, в единицах веса или в денежном выражении, на единицу потребленной воды, а не забранной из реки). Продуктивность воды рассчитывалась Murgay-Rust et al. (2003) для шести областей в верхнем и среднем течении бассейна Сырдарьи (две в Кыргызстане, по одной в Таджикистане и Узбекистане и две в Казахстане). Хотя значения эффективности орошения и продуктивности воды, полученные в ходе данного исследования, были стандартными для развивающихся стран, средняя продуктивность воды, выраженная через стандартную валовую стоимость продукции на единицу поданной воды, была намного ниже, чем например, в Индии, особенно на засоленных площадях с очень низкой урожайностью.

Недавно проведенные анализы уточнили разницу между эффективностью традиционного водопользования, вычисленную через отношение объема, требуемого для эвапотранспирации сельхозкультуры, к объему, поданному на поле или во всю оросительную систему, как было описано выше, и продуктивностью воды, выраженной на единицу воды, фактически потребленной культурой (н-р, см. Seckler et al., 2003). Только более детальный анализ территориальных и временных колебаний продуктивности воды может выявить слабость настоящей системы и указать варианты улучшения управления водой. Подобные улучшения приведут к снижению водоподачи в орошаемое земледелие и высвободят воду для восстановления экологии Аральского моря.

3. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И СОЛИ В БАМ

3.1 Гидрогеология и мобилизация солей

Минерализация воды в верховьях рек Амударья и Сырдарья в основном составляет от 0,1 до 0,2 г/л, а минерализация речной воды по гидропостам (крупные водохранилища) обычно колеблется с 0,45 до 0,5 г/л (Smedema, 2000). В средних течениях рек минерализация речной воды растет вниз по течению из-за сброса в реку минерализованных дренажных вод с орошаемых площадей. Минерализация дренажных вод в основном складывается из мобилизации ископаемых солей глубоким дренажом и фильтрационным возвратным стоком, создаваемым за счет потерь воды в оросительных системах.

Избыточное орошение, вызванное либо недостатком информации о фактических требованиях культур на воду или признанной необходимостью применять промывку, привело к подъему уровня грунтовых вод и вторичному засолению почв.

Около половины орошаемых земель региона подвержены засолению. Анализ притока и оттока солей на орошаемых площадях показывает, что интенсивность накопления солей составляет 0,6-10 т/га в год в среднем и нижнем течении реки Амударья, особенно в маловодные годы. В нижних течениях годовая интенсивность накопления солей составляет 8 т/га даже в многоводные годы, а в бассейне Сырдарьи 5,3 т/га в год. Менее одной трети орошаемых земель (30 %) имеют высокий уровень грунтовых вод. В прошлом была развита протяженная дренажная сеть, которая теоретически охватывает около 5,7 млн. га, но теперь ее фактический охват намного меньше, поскольку примерно половина системы уже не работоспособна. Минерализованные дренажные воды, стекающие в коллекторные дрены, а оттуда в хвостовую часть оросительной системы, ухудшают качество воды в нижнем течении. Сельскохозяйственные дренажные воды составляют около 92 % от общего возвратного стока. По оценкам ежегодно около 140 млн. т солей сбрасывается в дренажные воды, из них 75 % солей приносится вместе с оросительными водами, а 25 % представляют дополнительные соли, мобилизуемые из подпочвы. По другим оценкам средняя доля мобилизованных солей составляет 40 % от общего объема.

Значительная доля дренажных вод сбрасывается в водоприемники или мелководные озера на пустынных землях рядом с орошаемыми площадями. Поскольку многие оросительные системы расположены далеко от реки, сброс дренажных вод в пруды-испарители снижает сток солей в реку и выгодно с экономической точки зрения. Однако так как многие водоприемники уже переполнены, а новых мест для приема этих вод немного, необходимо найти альтернативные пути отведения дренажных вод.

Как обсуждается Янсенем (отчет 1, 2004 г.), ввод крупномасштабного орошения сильно изменил гидрогеологическую ситуацию в регионе бассейна Аральского моря.

Наиболее резким изменением было повышение подпитки грунтовых вод с орошаемых земель, что привело к подъему уровня грунтовых вод, иногда на десятки метров, пока он окончательно не достиг корневой зоны сельхозкультур.

В затронутых изменением районах были установлены системы искусственного дренажа, чтобы уменьшить заболачивание и засоление почв, но эти дренажные системы, возможно, также способствовали изменению гидрогеологической ситуации региона. Это изменение могло выражаться в территориальном распределении зон подпитки и выклинивания грунтовых вод, а также в интенсивности подпитки и выклинивания, что, в свою очередь, повлияло на сток и качество грунтовых вод.

Почвенные формации в БАМ представлены несколькими слоями четвертичных аллювиальных отложений, состоящих из суглинков и переслаивающихся слоев песка, гравия и гальки. В центральной части БАМ общая мощность этих формаций может достигать 600 м, с постепенным уменьшением мощности в направлении границ бассейна рядом со склонами. Эти аллювиальные слои представляют водоносные горизонты пресных вод, которые подпитываются с гор и вдоль горных склонов за счет атмосферных осадков и инфильтрации из многочисленных водотоков. Более глубокие верхнемеловые формации состоят из уплотненного песка, песчаника и немного глины и содержат солоноватую воду (1-3 г/л). Там, где эти формации находятся близко к поверхности, эта вода откачивается для использования в животноводстве или полива солеустойчивых культур.

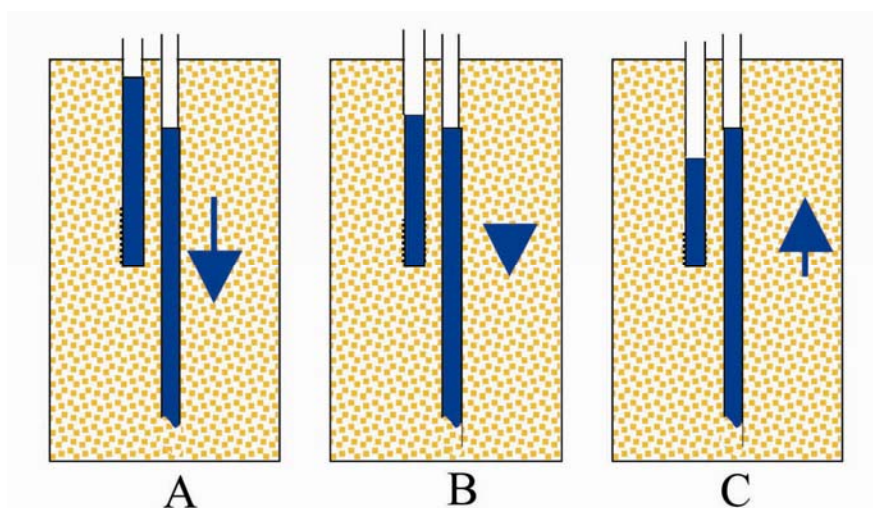
Небольшая часть орошаемых земель в БАМ была освоена в районах с достаточной естественной дренированностью, т.е. где весь объем подпочвенных дренажных вод (включая соли) может быть отведен без искусственного дренажа. Эти районы обычно расположены на возвышенностях (горные склоны и небольшие предгорные равнины), вблизи реки-приемника и ря-

дом с Аральским морем. Однако на большей части БАМ естественной дренирующей способности недостаточно и для дополнения естественного дренажа необходим искусственный.

Информацию о региональной системе грунтовых вод получить сложно. В прошлом мало внимания уделялось тому, что происходит ниже корневой зоны. Тем не менее, проблемы БАМ требуют комплексного подхода и решения по управлению водой и землей необходимо разрабатывать на уровне речного бассейна. В чем прослеживается отличие между зоной подпитки и выклинивания подземных вод продемонстрировано качественными характеристиками.

Если после установки дренажной системы сохраняется чистый нисходящий ток грунтовых вод (т.е. подпитка грунтовых вод), то также происходит чистое нисходящее движение солей, что предотвращает засоление в корневой зоне. Затем некоторая часть солей попадает в окружающие грунтовые воды, а другая часть будет отведена дренажной системой. И, наоборот, в зонах естественного или вызванного дренажом выклинивания грунтовых вод есть чистое восходящее движение солей с окружающих грунтовых вод. Этот процесс называется «мобилизацией солей». Здесь все соли необходимо отводить с помощью дренажной системы или они будут накапливаться в корневой зоне. Это показано на рис. 2. Если естественного дренажа недостаточно, уровень грунтовых вод может подняться и поэтому требуется установка искусственного дренажа. В зависимости от глубины дренажа, эти районы могут все еще оставаться зонами подпитки или, в случае глубокого дренажа, стать зонами выклинивания грунтовых вод (случай С на рис. 2). В ситуации В с корневой зоны до более глубоких почвенных слоев имеет место чистое нисходящее просачивание грунтовых вод (помимо стока в дрены). Система случая В работает хорошо, если все соли выводятся чистым потоком подпочвенных дренажных вод из корневой зоны. Случай С показывает чистый восходящий сток грунтовых вод в дренажную систему. Как следствие, дренажная система также сбрасывает соли с окружающих грунтовых вод (т.е. происходит мобилизация солей). Если дренажная система работает хорошо, то эти соли сбрасываются дренами и не накапливаются в корневой зоне.

Рисунок 2



Случай А: естественный дренаж и подпитка грунтовых вод

Случай В: орошение с дренажом и (сниженный) естественный дренаж

Случай С: орошение с глубоким дренажом и выклинивание грунтовых вод (восходящий поток воды и солей).

Количество мобилизуемых солей оценивалось путем вычитания массы солей, приносимых вместе с поливной водой, из массы солей, сбрасываемых дренажной системой. Однако так как во многих районах засоленность почвы значительно выросла в период с 1990 по 2000гг.,

количество солей, мобилизуемых с грунтовых вод, вероятно, недооценивается, когда вычисляется только из разницы между степенью минерализации оросительной и дренажной воды. Дополнительные причины сомнений в точности оценок заключаются в частичном охвате дренажом орошаемых земель, в том, что некоторая часть дренажной системы не работоспособна и также из того факта, что не учитывается поступление солей из вносимых удобрений. Сложно оценить совокупное воздействие этих неучтенных аспектов на расчетное количество мобилизованных солей, но предполагается, что текущие оценки являются оценками с завышением погрешностей и что отдельные дрены, вероятно, отводят больше солей из грунтовых вод.

Большая вариабельность зон подпитки и выклинивания по разным областям показана ниже на примерах. За исключением некоторых районов в Сурхандарье, Кзыл-Орде и Каракалпакстане, большая часть орошаемых земель превратилась в районы выклинивания грунтовых вод. Мобилизуются значительные объемы солей. Это может быть в среднем в пределах 25-40% солей, отводимых дренажными системами. Уровни глубокого дренажа в сочетании с неоптимальным распределением оросительной воды объясняют данное явление. Кроме того, как показано Янсенем (Отчет 1, 2004г.), большое расстояние между открытыми дренами ведет к тому, что линия тока проходит ниже уровня воды в дренах, тем самым, способствуя мобилизации солей.

В Ферганской, Наманганской и Андижанской областях мобилизация солей не вызывает проблему, так как качество окружающих грунтовых вод лучше, чем качество подпочвенных дренажных вод с орошаемых земель. Эти выклинивающиеся грунтовые воды (либо из горизонтальных, либо из вертикальных дренажных систем) могут повторно использоваться для орошения. В этих районах, до некоторой степени, неизбежен повышенный инфильтрационный противоток, поскольку центральная часть Ферганской долины состоит из районов с естественным инфильтрационным противотоком и районов с очень ограниченной естественной дренированностью. Эти районы чувствительны к засолению почв, если система искусственного дренажа не работает должным образом. Действительно, из-за неработающей дренажной системы, в Фергане имело место большое повышение засоленности почв (Jansen, 2004).

В среднем и нижнем течении речных бассейнов качество большей части грунтовых вод, выклинивающихся из вертикальных дренажных систем, не пригодно для прямого повторного использования и дренажная вода должна быть отведена с площади водосбора. Там, где это не выполняется, или не может быть выполнено и дренажные воды сбрасываются в реки, расположенные ниже районы неизбежно оказываются под самым сильным вредным воздействием.

Территориальная изменчивость качества грунтовых вод в средних течениях речных бассейнов сильно связана с зонами естественной подпитки. Пресные грунтовые воды обычно находятся в районах верхнего течения. Если эти районы, такие как в Самарканде, освоены, то условия подпитки для расположенных ниже районов ухудшаются. В отдаленной перспективе это повлияет на качество окружающих грунтовых вод (что произошло, например, в Бухаре) поскольку большая часть подпитки, в конечном счете, происходит от глубокой фильтрации избытка поливной воды с недренлируемых земель. Если в некоторых районах качество окружающих грунтовых вод хуже, чем у фильтрационных вод с орошаемых земель, то потери на фильтрацию могут в отдаленной перспективе улучшить окружающие грунтовые воды.

В Хорезме река Амударья является основным источником подпитки (пресных) грунтовых вод. Вся площадь обеспечена искусственным дренажом, и большинство орошаемых земель стали зонами выклинивания грунтовых вод. Как следствие, прежде существовавшие ресурсы пресных грунтовых вод почти совершенно исчезли. Поскольку дренаж снизил региональную дренажную базу, инфильтрация из Амударьи наиболее вероятно повысилась. Поскольку эта вода смешивается с окружающими солоноватыми грунтовыми водами и подпочвенными дре-

нажными водами, часть этого ресурса пресной воды теряется, так как ее нельзя больше использовать в нижнем течении (Jansen, 2000).

Каракалпакстан все еще располагает огромными площадями с естественной дренажностью (приблизительно 25% земель), а общая мобилизация солей там намного меньше, чем по всем исследованным областям. В некоторой степени это может объясняться понижением уровня воды в Аральском море, что усилило подпитку грунтовых вод с орошаемых земель.

Районы, охваченные вертикальным дренажом, стали районами, где (близко залегающие) водоносные горизонты подпитываются подпочвенными дренажными водами. Как упоминалось, соли мобилизуются в областях выклинивания грунтовых вод. Если качество выклинивающихся грунтовых вод лучше, чем качество подпочвенных дренажных вод с орошаемых земель, качество дренажного стока улучшится и его можно будет повторно использовать. Однако в отдаленной перспективе грунтовые воды хорошего качества будут смешиваться и заменяться подпочвенными дренажными водами. Вертикальный дренаж в БАМ вряд ли будет сильно способствовать проблеме засоления, так как большинство скважин больше не работает.

Из анализа можно сделать общее заключение, что в исследованных областях больше солей выносятся с территории, чем привносится оросительной водой. Таким образом, можно предположить, что в большинстве случаев имеет место чистая разгрузка грунтовых вод и солей на уровне области. В пределах области имеющиеся данные недостаточны для более подробного определения характера подпитки и разгрузки. Кроме того, не было последних данных по качеству грунтовых вод. Те немногие данные, которые имелись по минерализации грунтовых вод, были получены с гидрогеологической карты Узбекистана за 1985 год с довольно крупным масштабом 1:1 000 000. Для определения территориального распределения засоленности почв предпочтителен масштаб 1 к 100 000.

Исходя из данного анализа, проблемы засоления в БАМ указывают на существенные региональные и местные отличия. Однако в общих чертах они обостряются отсутствием безопасного отвода больших объемов дренажных вод плохого качества, глубокими уровнями дренажа, который способствует мобилизации солей, несоответствием между требованиями и подачей оросительной воды и отсутствием надлежащего техобслуживания ирригационной и дренажной инфраструктуры.

3.2 Мониторинг засоления

Одной из предпосылок достижения реально осуществимой стратегии инвестиций для БАМ является знание того, где засоление можно регулировать, а где нет. В настоящее время состояние засоления почв выражается в количестве гектаров, которые не засолены, слабо засолены, умеренно засолены или сильно засолены по каждому району, но с ограниченной пространственной детализацией. Для сбора подобной детальной информации требуется много времени и затрат. Хуже всего, для получения территориальной и временной изменчивости засоленности почвы требуется постоянное обновление информации посредством дополнительных почвенных съемок. Одним из решений может быть использование дистанционного зондирования для описания территориальной и временной динамики засоленности почвы в более подробном виде, чем может быть получено путем традиционного отбора почвенных образцов. Осуществимость этого тестировалась на данных из Каракалпакстана и Кашкадарьинской области, как описано Нордманом (Вотер Вотч, отчет 5, 2004).

Карта SPOT-Vegetation стандартизованного индекса различий растительного покрова (НДВИ) бассейна была составлена путем объединения НДВИ трех декад с июня по октябрь

2002 года в одно композитное изображение в условных цветах. Разные цвета показывают биологическую активность (или рост культур) в различные декады. По-видимому, высокая биологическая активность имела место по реке Сырдарья в первые две декады, означая более позднее начало вегетационного периода, чем на орошаемых площадях бассейна реки Сырдарья.

Традиционными агро-гидрологическими исследованиями были установлены обратные и линейные зависимости между урожайностью культур и засоленностью почвы (например, сборники ФАО по орошению и дренажу №№ 24 и 33). Эти зависимости обычно применяются к ситуациям, когда засоленность почвы является основным препятствием для роста культур. Они применяются к некоторым средам с изменяющейся засоленностью почвы, если можно предположить, что другие факторы, воздействующие на урожайность культур, такие как сельхозвредители, болезни, различия в сроках сева, качество семян и другие постоянны. Однако на практике эти факторы влияют на урожайность культур и тем самым подразумевают, что урожайность культур невозможно предсказать только из засоленности почвы. Вывод – индекс роста культуры сам по себе не может быть использован для оценки засоленности почвы. Агротехническая практика и последствия управления сельхозпроизводством для урожайности должны быть определены и измерены до увязки фактической урожайности сельхозкультуры с засоленностью. На этом фоне Вотер Вотч разработало новый биофизический подход путем стандартизации спутниковых измерений по индексу листовой площади (ЛАИ). ЛАИ – это листовая площадь (только верхней стороны листа) на единицу площади почвы. Территориально распределенные значения ЛАИ отражают агротехническую/фермерскую практику. Таким образом, влияние засоленности почвы на урожайность не может быть выведено из ЛАИ или спектрального индекса вегетации, который классически получается из мультиспектральных спутниковых измерений, а нужны дополнительные наблюдения.

На закрытость устьиц, помимо прочего, влияет матричный и осмотический потенциалы сока растений. Первое является функцией содержания почвенной влаги и требований на испарение, а второе обусловлено содержанием почвенной влаги в корневой зоне и устойчивостью растения к солям. Например, рис начинает уменьшать фотосинтез при частичной блокаде устьиц при электрической проводимости водной вытяжки (ЕСе) 2 dS/м (децисименс на метр), а ячмень при 8 dS/м, поскольку ячмень более солеустойчивый, чем рис.

Модель дистанционного зондирования, использованная в данном исследовании, представляет Алгоритм баланса поверхностной энергии земли (SEBAL, Bastiaanssen, 1998 a&b). Эта модель применялась во многих ирригационных проектах, включая Ферганскую долину и в Казахстане. SEBAL является программным обеспечением Вотер Вотч. Для него требуются видимые, ближние инфракрасные и тепло-инфракрасные спутниковые измерения для расчета объемного поверхностного сопротивления для засеянной поверхности, r_s , и ЛАИ. Стандартные опции SEBAL обеспечивают территориально распределенные данные по r_s и ЛАИ. Величина r_s вычисляется из обратного преобразования потока скрытой теплоты (с помощью уравнения Пенмана-Монтейта), а ЛАИ выводится из стандартизованного индекса различий растительного покрова (НДВИ).

Вкратце, к данной биофизической модели определения засоленности почвы применяются следующие три основных допущения:

1. Изменения ЛАИ выражают агрономические условия и управление хозяйством, включая варианты управления режимами орошения.
2. Изменения устьичного сопротивления у орошаемых сельхозкультур аридной зоны связаны с удержанием влаги за счет осмотических сил, присутствующих в корневой зоне.
3. Снижение урожайности сельхозкультур по ФАО как функции засоленности почвы может быть использовано для описания влияния засоленности на устьичное сопротивление.

Существенность третьего допущения широко обсуждалась в литературе (например, Dinar at al., 1991, Kijne, 2003 и др.). Общий вывод из этих исследований состоит в том, что между урожайностью и засоленностью почвы существует сложная зависимость из-за влияния других ограничивающих урожайность факторов и, как следствие, механизмов обратной связи между плохим ростом культуры (вследствие засоленности почвы) и повышенным выщелачиванием из-за ограниченного поглощения воды слабыми культурами.

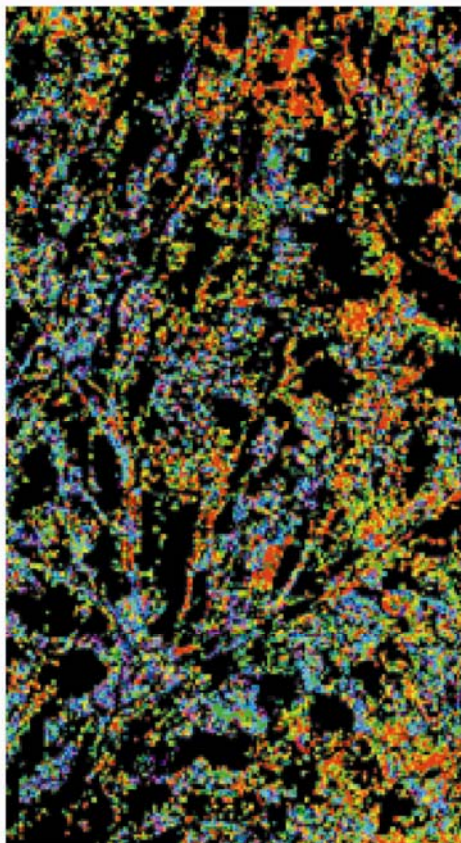
Для использования модели дистанционного зондирования требуется карта землепользования для расчета засоленности почвы. Простая классификация землепользования была сделана на основе четырех полученных спутниковых снимков Ландсат. Были классифицированы основные культуры: рис, хлопок, люцерна, пастбища и фруктовые сады. Учитывая ограниченное время исследования и недостаток полевых данных, полученная классификация была довольно приемлемой и точной для демонстрации описанного метода. Тем не менее, погрешности в классификации орошаемых культур влияют на вычисленные значения засоленности почвы. Карта засоления почв была получена для сельскохозяйственных площадей, где выращиваются четыре культуры, с пространственным разрешением 30 м. Затем эту карту необходимо было преобразовать в форму, которая могла быть использована для дальнейшего анализа. Для легкости интерпретации пространственное разрешение карты засоления почв Каракалпакстана было изменено таким образом, чтобы карта охватывала всю республику с разрешением 250 м, как показано на рис. 3. Сопоставление двух карт на рисунке четко показывает большие территориальные колебания засоленности почвы, что более явно видно на карте с разрешением 30 м, и тенденцию к повышению засоленности с нижнего левого угла к верхнему правому углу на карте с разрешением 250 м.

Для Кашкадарьинской области был применен другой подход. Карта засоления почв, основанная на отборе проб почвы в Узбекистане, была получена от НИЦ МКВК и использовалась для расчета средней засоленности почвы из дистанционных измерений по каждому полигону засоления. Карта засоления почв, составленная на основе дистанционного зондирования, затем сопоставлялась с картой на основе почвенных образцов. Для Каракалпакстана было обработано три снимка Ландсат ТМ, в результате были составлены три карты засоления для трех разных дат - август 1989 г., август 1999 г. и август 2002 г.

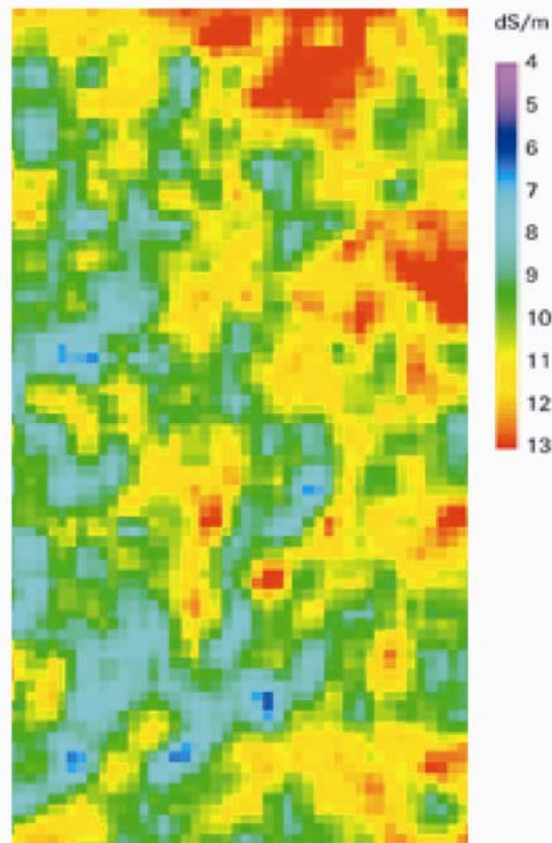
Низкие уровни засоления, указанные на карте дистанционного зондирования, соответствуют площадям, где выращивается рис. Эти площади четко видны на снимке 1989 года и, в меньшей степени, на снимке 1999 года и почти не видны на снимке 2002 года. Более высокие уровни засоления на снимке 2002 года соответствуют окраинным районам на западе и севере Каракалпакстана, что подтверждается полевыми наблюдениями. Карта 1989 года не показывает признаков явного территориального различия в засолении, указывая на то, что ирригационные и дренажные системы работали хорошо и предотвратили расхождения между головной и хвостовой частями. Однако на снимке 1999 года можно проследить подобный тренд с верхних до хвостовых участков, а по снимку 2002 года кажется, что хвостовые участки были сильно затронуты засолением. Очевидно, ситуация с орошением и/или дренажом ухудшилась в период с 1989 по 2002 гг. Уровни засоления также повышаются по мере удаления от реки, это может объясняться недостатком поливной воды или выходом из строя дренажных систем, что необходимо проверить в полевых условиях. Колебания засоления во времени можно объяснить междугодовичными изменениями объемов располагаемой оросительной воды и состояния оросительной и дренажной системы. Средняя засоленность почвы по всем районам исследуемой области не менялась сильно с течением времени: 9,7 dS/м в 1989 году, 8,8 dS/м в 1999 году и 9,9 dS/м в 2002 году.

Рисунок 3. Исходная карта засоления почв и окончательный вариант (11 на 20 км)

Исход. карта засоления почв
с разрешением 30 м



Полученная карта засоления
с разрешением 250 м



Наличие карты засоления почвы по Кашкадарье (НИЦ МКВК) позволило сопоставить значения засоленности почвы, рассчитанные по модели и на основе почвенных образцов. На карте засоления по почвенной съемке не видно тренда между головными и хвостовыми участками. Почвы в целом незасоленные или слабо засоленные. Динамический набор шести снимков Ландсат использовался для расчета среднего индекса вегетации с 2000 по 2002 гг. во время вегетационного периода. Были получены высокие значения индекса вегетации, что указывало на здоровую растительность и тем самым подтверждало отсутствие сильной засоленности почв или дефицита оросительной воды. Однако наложение на карту засоления почв растрового слоя динамических условий вегетации показывает, что примерно четверть полигонов с умеренной и очень высокой засоленностью почвы включают площади с очень высокими условиями вегетации в течение трехлетнего периода. Это указывает на то, что области с высокой засоленностью почвы также проявляют высокую территориальную изменчивость, что подвергает сомнению рисунок изогалин (линий одинаковой засоленности почвы). Поэтому карту засоления почв на основе полевых образцов следует использовать с некоторой осторожностью.

Для расчета засоленности почвы в Кашкадарьинской области по модели дистанционного зондирования имелся только один снимок Ландсат (25 июля 1988 г.). По-видимому, имеется явная тенденция увеличения уровня засоленности почвы в направлении хвостового участка системы, что возможно связано с (неисправной) работой дренажной и ирригационной системы. Эта тенденция была подтверждена во время обсуждений на конференции в марте 2004 года в Ташкенте с представителями Кашкадарьинской области и может быть объяснена тем фактом,

что это низменные земли со слабой естественной дренированностью и недостаточной поливной водой для промывки.

Две карты засоления почв, одна из модели дистанционного зондирования, а другая, полученная по данным почвенной съемки, показывают два поразительных расхождения: первое состоит в том, что абсолютные величины от дистанционного зондирования обычно выше (9 dS/м в среднем) чем величины, полученные из официальной карты засоления почв (2 dS/м), а второе – отсутствие тренда между верхними и хвостовыми участками на карте засоления по почвенной съемке. *[Если предупреждение, высказанное выше в отношении третьего основного допущения относится к данному исследованию, то расхождение в засоленности почвы по двум картам не может быть таким большим как кажется. Если имели место другие факторы, влияющие на урожайность, то засоленность почвы повлияла на урожайность культур при меньших значениях, чем предполагалось пороговыми величинами Maas and Hoffman (1977), которые составляют основу значений солеустойчивости в CROPWAT. При отсутствии любой конкретной информации по этому вопросу, следует сделать вывод, что нет явной корреляции между этими двумя картами засоления почв].* Признавая, что засоление почв может быть в значительной степени локальным процессом, который меняется во времени, можно задаться вопросом, является ли верной процедура экстраполяции точечных измерений для нахождения изоголин. Тем не менее, если метод определения засоленности почвы из почвенных образцов выполнен правильно, как в поле, так и при лабораторных анализах, то уровень средней засоленности почвы будет верным для времени, когда были взяты образцы, если плотность образца была достаточно высокой. При наличии данных и практического опыта, можно сделать вывод, что фактические уровни засоленности почвы наилучшим образом отражаются картой засоления, сделанной по почвенной съемке, и что территориальное распределение лучше фиксируется методом дистанционного зондирования. Только тщательная оценка, в которой точечные данные, полученные из традиционного отбора почвенных образцов, сравниваются с отдельными значениями пикселя из дистанционного зондирования, может дать окончательный ответ относительно точности метода дистанционного зондирования.

Успешный мониторинг засоления почв по всему БАМ может быть возможен при сочетании методики дистанционного зондирования, базирующейся на снимках высокого разрешения (из-за необходимости в карте землепользования), со снимками низкого разрешения.

Важный момент состоит в том, может ли калибровка в сочетании с ограниченными данными подспутниковых наблюдений давать надежные результаты. Текущие ограничения по использованию метода дистанционного зондирования состоят в его экспериментальном статусе и необходимости проверки результатов высокого разрешения на поле. Тем не менее, данная методика демонстрирует значительные перспективы, и ее основное преимущество будет заключаться в том, что засоление почвы можно проследить по всему БАМ на экономичной основе.

Как упоминалось выше, засоленность почвы представляет только один из факторов, влияющих на сельхозпроизводство. Если мониторинг сельхозпроизводства является главной целью, то проверка фактической эвапотранспирации и роста биомассы с использованием SEBAL является эффективным средством, для которого требуется меньше усилий, чем при сборе натурных данных. На основе данных низкого разрешения, этот метод может дать ценную информацию для всего БАМ при небольших усилиях и очень ограниченной потребности в натурных данных. Преимуществом использования спутниковых снимков с низким разрешением (> 1 км пикселей) является высокая частота повторных замеров и, таким образом, вероятность получения безоблачных снимков, которые обычно захватывают вегетационный период. Другое преимущество заключается в том, что размер этих снимков составляет около 2 500 на 2 500 км и тем самым охватывает БАМ одним снимком, сокращая время, необходимое для обработки дан-

ных. Недостатком является ограниченное пространственное разрешение, которое исключает анализ на локальном (поле, культуры) уровне.

Эвапотранспирация и рост биомассы, полученные из снимков с низким и высоким разрешением, сочетает и то, и другое. Кампания по проверке на натуральных данных должна быть нацелена на уточнение межполевых колебаний и сезонных трендов засоленности почвы. Первое, необходимо измерить межполевые колебания засоленности почвы, а также в пределах области в целом. Есть некоторые признаки, что колебания засоленности почвы на полях могут быть очень высокими. Если межполевые колебания имеют тот же порядок, что и колебания в пределах области, то результат не подходит для выбора площадей для восстановления дренажа. Второй вопрос состоит в количественной оценке сезонных трендов засоленности почвы и оценке территориального характера подобных трендов внутри области. Необходимо замерять засоленность почвы на одних и тех же участках в течение вегетационного периода (например, после промывки, в середине сезона пшеницы, начале сезона хлопка, конце сезона хлопка, после сезона вегетации культуры и предпочтительно во время пролета спутника). В заключение, необходима большая уверенность в возможности использования точечных измерений для составления карт засоления на областном уровне.

Из вышесказанного очевидно следует, что потребуются большая работа по сбору достаточного количества образцов для ускоренного и надежного метода измерения засоленности почвы. EM38 может быть подходящим инструментом для сбора данных по засолению, но показания этого инструмента чувствительны к условиям почвенной влажности и требуется многократная калибровка для его применения на орошаемых землях. Для правильной работы с данным оборудованием необходимо будет провести тренинговый курс.

4. ДРЕНАЖ В БАМ

4.1 Текущие проблемы с существующими дренажными системами

Наиболее детальный отчет о существующем дренаже в БАМ и его проблемах представлен НИЦ МКВК (отчет 3, 2004). Обзор протяженности дренажной сети в бассейне, по материалам НИЦ, приведен в таблице 4.

Таблица 4. Дренажные системы бассейна Аральского моря

Орошаемые земли (млн.га)	7,9 млн.га
орошение самотеком	4,9
машинный водоподъем	3
Дренируемые земли (млн.га)	5,3 млн.га
Открытый дренаж	3,5
Горизонтальный закрытый дренаж	0,6
Вертикальный дренаж	0,6
Коллектора (обслуживающие около 5 млн .га), на 1000 км	
Общая протяженность (тыс. км)	200 (тыс. км)
Внутрихозяйственные коллектора (тыс. км)	155
Межхозяйственные коллектора (тыс. км)	45

Хотя дренажная система обслуживает около 60 % орошаемых земель, только 50-60 % дренажной системы все еще находится в рабочем состоянии.

Общая картина вырисовывается таким образом, что в бассейне Сырдарьи 60 % дренажного стока сбрасывается в реку, 21 % отводится в понижения, а 19 % повторно используется на орошение. В бассейне Амударьи в целом, около 35% дренажного стока сбрасывается в реку, 60 % отводится в понижения, а остаток повторно используется на орошение. Хотя 60 % дренажного стока сбрасывается в водоприемники и мелководные озера в бассейне Амударьи, некоторые из этих водоприемников в настоящее время уже переполнены. Крупнейшие из них, это озеро Сарыкамыш, которое с 1960-65гг. служило приемником дренажных вод с Хорезмской (Узбекистан) и Дашогузской (Туркменистан) областей. Озеро расположено в Туркменистане. В период между 1981 и 1997 гг. уровень воды в озере повысился более чем на 35 м, а его площадь поверхности увеличилась с 1 020 до 2 900 км². По-видимому, сейчас достигнут баланс между притоком и испарением.

Сброс 35-60 % дренажного стока обратно в реку неизбежен при отсутствии достаточного числа естественных понижений или прудов-испарителей в верхнем и среднем течениях, особенно бассейна Сырдарьи. Таким образом, основным приемниками дренажных вод в БАМ служат реки.

Открытая дренажная система, которая строилась в разное время, имеет глубину заложения 3.5 м, а междреннее расстояние 250-400 м, причем глубина некоторых открытых коллекторов достигает 7 м. Система горизонтального закрытого дренажа была установлена на глубине 3 м с междренным расстоянием 150-400 м, в зависимости от почв в данной области. При такой глубине и широким междреньем, вероятно, что контроль уровня грунтовых вод и мобилизации солей не будет эффективным или продуктивным. Это подтверждается переносом большого количества солей с дренажным стоком на нижележащие орошаемые земли.

С 1990 года площади и виды выращиваемых сельхозкультур сильно изменились. В целом, наиболее важной культурой до 1990 года, несомненно, был хлопок. Затем, производство хлопка снизилось в среднем до 35 %, хотя в некоторых районах он все еще остается доминирующей культурой. За последнее десятилетие, пшеница заняла место хлопка, особенно в Узбекистане и Туркменистане. Конструкция дренажных систем первоначально основывалась на монокультуре хлопка и для других структур посевных площадей может потребоваться существенное перепроектирование дренажа, в особенности, если будут введены высокотоварные культуры, такие как фруктовые деревья и овощи.

Из-за отсутствия надлежащего техобслуживания, многие открытые дрены заросли, их откосы обрушились с последующей потерей гидравлического градиента. Состояние многих закрытых дренажных систем ухудшилось в результате засорения дрен, гидравлического подпора вследствие высокого уровня воды в открытых дренах и условий затопленного устья дрен.

Недостаток техобслуживания, как упоминалось выше, является результатом нехватки средств. В Узбекистане, например, по оценкам выделяется около половины средств от необходимых затрат на эксплуатацию и техобслуживание, в Кыргызстане менее одной трети. В Таджикистане эта цифра составляет менее 20 % от требуемых затрат. Аналогично, в Казахстане затраты на эксплуатацию и техобслуживание ирригационной и дренажной системы упали с 25 млн. долларов США в 1990 году до 1.2 млн. долларов США в 2000 году. В отношении поддержания внутривладельческих дренажных систем, предположительно менее 20 % системы очищается и поддерживается. Частично это объясняется отсутствием надлежащего оборудования, например промывочных машин.

Большая часть горизонтальных закрытых дрен расположена на недавно освоенных площадях в Узбекистане. Здесь около 70-75 % орошаемых площадей имеют открытые дрены, а закрытый дренаж проложен на 15 % площади.

Печальная ситуация иллюстрируется данными из таблицы 5 по Кызыл-Ординской области Казахстана.

Таблица 5. Состояние открытой дренажной сети в Кызыл-Ординской области (км)

Год	Общая протяженность КДС	Включая в нерабочем состоянии	Состояние:			
			Межхозяйственный сектор		Внутрихозяйственный сектор	
			общая	нерабочее состояние	общая	нерабочее состояние
1990	5 140	1 590	1 000	200	4 150	1 390
1995	4 740	2 020	1 000	280	3 750	1 740
2000	3 230	1 550	1 000	410	2 240	1 140
2002	2600	1 490	1 000	530	1 700	960

О плохой работе существующих дренажных систем также свидетельствуют увеличивающиеся площади с близким залеганием грунтовых вод (т.е. менее 2 м от уровня поверхности земли). Например, данные показывают, что доля орошаемых земель с близким уровнем грунтовых вод выросла с 20% в 1990 году до 30% в 1999 году и с того момента, вероятно, продолжала увеличиваться аналогичными темпами. В бассейне реки Сырдарья наиболее ускоренное увеличение наблюдалось в Сырдарьинской и Ферганской областях. В бассейне Амударьи максимальное увеличение имеет место в дельтовых районах Хорезма и Каракалпакстана, где к 1999 году 80% площади орошаемых земель имело высокий уровень грунтовых вод. Проблема результирующего засоления опять четко продемонстрирована на данных по Кызыл-Ординской области (таблица 6).

Таблица 6. Засоление орошаемых земель (га) в Кызыл-Ординской области

Уровень засоления	1990	1995	2000	2002
Слабо засоленные	44 650	131 920	153 280	113 620
Средне засоленные	180 700	132 950	71 250	43 080
Сильно засоленные	60 680	21 050	53 150	58 200
Всего	286 030	285 020	277 680	214 900

Ни в одной из республик, за исключением Узбекистана, совсем не ведется мониторинг сброса дренажных вод и засоленности из-за недостатка финансирования. С реструктуризацией бывших колхозов проблемы дренажа обострились, поскольку все полевые дрены внезапно стали межхозяйственными и остались бесхозными. Подробный анализ дренажных систем был выполнен по девяти областям. Соответствующие данные приведены в таблице 7.

Ежегодные потери производства за счет заболачивания и засоления земель оцениваются по всему БАМ приблизительно в 1.4 млрд. доллара США или 32% от экономической стоимости потенциального производства сельхозкультур.

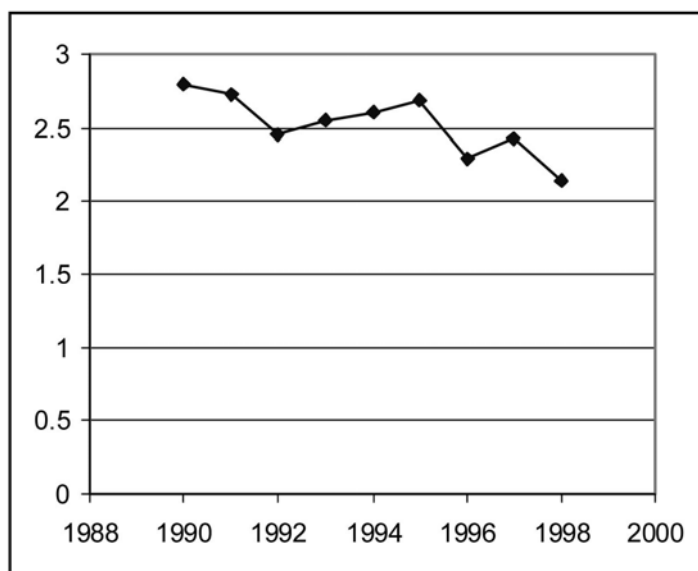
Размер потерь больше по бассейну Амударьи, чем по бассейну Сырдарьи. Спад урожайности хлопка в Узбекистане показан на рисунке 4.

Таблица 7. Характеристики дренажа по девяти областям (источник: отчеты 3 и 4)

	Кара- калпак- стан	Хорезм- ская	Бухар- ская	Кашка- дарьин- ская	Ферган- ская	Сыр- дарь- инская	Кзылор- динская	Сог- дий- ская	Ташауз- ская
Всего дрени- рованная площадь, тыс. га	372	250	218	304	261	289	278	89	407
Коллекторы, км/1000 га	53	15	9	46	15	7	12	6	8
Открытые внутрихоз. дрены, км/1000 га	42	28	18	15	38	17	8	33	11
Орошаемые земли с близ- ким залега- нием грунто- вых вод (%)	78	94	23	3	49	47	4	27	1.5
Средне и сильно засо- ленные (%)	51	47	41	16	27	32	45	18	94

Примечание: Есть некоторая неопределенность относительно того, какая орошаемая площадь в Хорезмской и Ташаузской областях дренируется. 42% коллекторов в Кашкадарьинской области работают, внутрихозяйственных открытых дрены – 55%. По Согдийской области эти цифры составляют соответственно 63% и 27%. По различным источникам рекомендуемая плотность дренажной сети должна лежать в пределах 50-70 км/1000 га.

Рисунок 4. Тренды урожайности хлопка (т/га) в Узбекистане (источник: МВФ, 2000)



Каракалпакстан, первый столбец из таблицы 7, расположен в нижней части бассейна реки Амударья. Это бессточный бассейн с условиями напорных грунтовых вод и высокой степенью засоления орошаемых земель. Искусственный дренаж был заложен в период бурного роста орошения в прошлые десятилетия. Одну из основных проблем данной области представляет увеличение безопасного отвода дренажного стока приблизительно с 100 000 га орошаемых земель Южного Каракалпакстана. В результате заболачивания и засоления, во многих районах имеет место потеря орошаемых земель. По оценкам 600 000 из девяти миллионов гектаров в БАМ уже выведены из оборота. Например, в Каракалпакстане площади с умеренно-сильным засолением (электропроводимость 4-9 dS/м) расширяются с интенсивностью 2 000-3 000 га в год, а земли с близким залеганием грунтовых вод увеличиваются на 2 % ежегодно. Хотя влияние высокого уровня грунтовых вод, в некоторой степени, имеет сезонный характер и годовые колебания, повышенная площадь таких земель с высоким уровнем грунтовых вод вызывает большую озабоченность. В результате этих факторов урожайность хлопка упала за прошлое десятилетие на 1,3-2,3 т/га, что соответствует 4,7 млн. долларов США в год (или 10 долларов США/га/год). Заиливание коллекторов в результате плохого техобслуживания также представляет текущую проблему, которая оказывает отрицательное воздействие на работу внутрихозяйственной дренажной сети (Visvanatha, 2000).

В Бухарской области неподходящая плотность сети открытого и закрытого дренажа способствовала значительному усилению условий близкозалегających грунтовых вод и заболачивания, что в свою очередь повысило уровни засоленности в корневой зоне. Кроме того, большая часть вертикального дренажа находится в плохом рабочем состоянии, частично из-за отсутствия запчастей. Качество оросительной воды постоянно ухудшается в течение последних 30 лет, минерализация воды выросла с 0,6 г/л до 1,16 г/л.

4.2 Улучшение дренажа

Улучшение дренажа необходимо для борьбы с заболачиванием и засолением, которые широко распространены в БАМ и препятствуют повышению (и зачастую ведут к снижению) урожайности культур. НИЦ МКВК (отчет 3, 2004) разработал три сценария для выборочных областей и спрогнозировал будущие условия ирригационных и дренажных систем на период 2001-2050 гг.

Исследование НИЦ описывает обширную работу по моделированию, включая частотное распределение глубин грунтовых вод и засоления почв, работу дренажа и срок службы дренажных систем. Модель оценивала текущий КПД существующего дренажа и возможную эффективность будущих дренажных систем, а также влияние засоленности и уровней грунтовых вод на производство сельхозкультур. В ней учитывалось действие трех стратегий инвестиций в эксплуатацию и техобслуживание, а именно полные инвестиции для полного технического восстановления, более скромный уровень инвестиций и вообще отсутствие инвестиций. Для описания деградации дрен выведено уравнение неисправности.

Модель НИЦ была применена к дренажу и мелиоративным условиям Бухарской области, которая имеет 274 000 га орошаемых земель, из которых 218 000 га когда-то обеспечивались дренажом. Моделирование приводит к следующим рекомендациям (помимо прочих):

- Пока большая часть инфраструктуры Бухарской области не сможет быть отремонтирована и восстановлена, все больше орошаемых земель будет выводиться из оборота каждый год, поскольку дренажная система полностью выйдет из строя.
- Повышенная минерализация оросительной воды (с 0,7 г/л двадцать лет назад до 1,15 г/л в настоящее время) в Бухарской области и результирующее дополнительное поступление солей на орошаемые площади требуют пересмотра текущих методов промывки земель.

- Низкая степень минерализации воды в коллекторах с Бухарской области является результатом плохого управления.
- Из-за старения коллекторов, даже в случае производства ремонтных работ в соответствии с нормами, площадь без надлежащего дренажа все равно вырастет до 60 000 га. Но при текущем сокращенном объеме ремонта недренируемая площадь увеличится до 130 000 га.
- Если ремонтные работы прекратятся на всех землях с закрытыми и вертикальными дренажами и сократятся до 30% на землях с открытым горизонтальным дренажом, вся пашня к 2025 году будет сильно засолена.

Кроме того, исследование НИЦ (отчет 3, 2004) рекомендует следующее:

- Приоритет восстановления должен быть отдан районам, где системы горизонтального и вертикального дренажа разрушены.
- Некоторые главные коллектора нуждаются в реконструкции для их углубления и расширения.
- Для улучшения качества воды в Амударье, необходимо построить распределительный канал второго порядка и Бухарский главный коллектор для отвода дренажных вод от реки.
- Необходимо новое оборудование для обеспечения возможности восстановления засоленных и заболоченных земель.

НИЦ МКВК отнес слабости управления за счет отсутствия ответственности за эксплуатацию и техобслуживание внутрихозяйственных дрен и отсутствия взаимодействия между водохозяйственными и мелиоративными организациями. Недостаточное финансирование и недостаток квалифицированного персонала обостряют проблемы. Однако ситуация не во всех из пяти центральноазиатских республик настолько гнетущая. Например, в Таджикистане есть сведения о функционирующих ассоциациях водопользователей.

Исследование НИЦ МКВК охватило и другие районы, как сообщается Центром Брейса по управлению водными ресурсами (N.Visvanatha, отчет 4, 2004) на основе данных НИЦ МКВК. Например, ситуация в Хорезмской области приведена в таблице 8.

Таблица 8. Показатели ситуации с дренажом и ее воздействие в Хорезмской области

Общая протяженность дренажной сети	10 600 км	
Межхозяйственные коллектора	3 700 км	
Внутрихозяйственные открытые дрены	6 900 км	
Нефункционирующие меж- и внутрихозяйственные дрены	65 %	
Закрытые дрены	504 км	
Нефункционирующие закрытые дрены	80 %	
Заболоченные площади	234 000 га	94 % орошаемых земель
Слабо засоленные земли (ЕСе = 2-4 dS/м)	140 800 га	59 %
Средне засоленные земли (Есе 4-8 dS/м)	87 700 га	35 %
Сильно засоленные земли (Есе 8-15 dS/м)	29 600 га	12 %
Ежегодное повышение средне и сильно засоленных земель	4 000-5 000 га	
Оценка экономических потерь из-за низкой урожайности хлопка	\$ 2,8 млн./год	

В отчете 4 утверждается, что поддержание и сохранение срока полезной службы существующих инвестиций необходимо для поддержания экономически жизнеспособного уровня сельскохозяйственного производства. По существу, полагалось, что восстановление внутрихозяйственных систем должно быть предпринято на приоритетной основе, с предупреждением, что межхозяйственные системы не должны находиться в таком плохом состоянии, которое влияет на работу внутрихозяйственных дренажных систем. По всей вероятности результаты любых выполняемых реформ не скоро проявятся. Поэтому, двадцатилетний период (до 2025 года) считается подходящим для целей данного исследования. Прогнозы дальше этого срока рассматриваются в данное время как высоко нереалистичные.

Поскольку в настоящее время ни правительство, ни фермеры не поддерживают свою инфраструктуру в надлежащем виде, велики шансы, что после того как первый раунд реабилитации достигнет конца своего естественного срока жизни, правительства столкнутся с тем же затруднительным положением. Поэтому правительственные обязательства в отношении обучения, мотивации фермеров и развития организационного потенциала составляют набор условий для повышения долговременной устойчивости инвестиций.

Исходя из оценок последнего десятилетия Центрально-азиатских стран, был составлен следующий список ключевых тенденций:

1. Около 600 000 га орошаемых посевных площадей в Центральной Азии потеряли плодородие.
2. В Узбекистане около 200 000 га (или 20 000 га/год) были потеряны из-за сильного засоления и заболачивания.
3. В Кыргызстане около 80 000 га земель, более 7% в целом, были выведены из оборота вследствие сильного засоления и заболачивания земель.
4. Фермеры засеивают меньше площадей из-за вторжения солей и около 3% земель выведены из оборота по этой причине.
5. Без восстановления орошаемая площадь постепенно будет уменьшаться с интенсивностью несколько процентных точек в год в течение десятилетнего периода.
6. Даже при наличии надлежащей эксплуатации и техобслуживания и восстановления, ухудшение состояния орошаемых земель может быть только частично остановлено, поскольку нереально предполагать улучшения с одинаковыми темпами по всему региону, учитывая ограничение инвестиций и отставания в принятии требуемых реформ.
7. В течение периода 2000-2020гг. ожидается, что урожайность культур в основных орошаемых зонах снизится дополнительно на 30% от текущего среднего уровня и даже больше на уже сильно засоленных землях.

Учитывая вышеперечисленные тенденции, в сочетании с другими факторами, для трех сценариев даны наилучшие предположительные оценки, которые будут рассмотрены во второй части данного отчета.

5. ВЫВОДЫ

1. Многие из имеющихся данных не являются свежими. Степень сбора данных и мониторинга водохозяйственных условий снизилась.
2. Низкие расходы по эксплуатации и техобслуживанию ирригационной и дренажной инфраструктуры угрожают сельскому населению потерей их заработков.
3. Средний КПД орошения 30-40% на уровне областей является низким, но в тоже время обычным при сравнении с другими оросительными системами развивающихся странах.

Необходимы дополнительные данные на уровне речного бассейна, чтобы оценить потери воды, особенно данные по использованию грунтовых вод и повторному использованию дренажных вод.

4. По-видимому, КПД орошения выше в областях, находящихся в зонах верховья бассейна реки Сырдарья, чем в большинстве других исследованных областей, что указывает на рациональные методы земледелия со стороны фермеров, пытающихся обеспечить требования почвы в промывке.
5. Подпитка грунтовых вод за счет фильтрации с орошаемых земель привела к крупномасштабному подъему уровня грунтовых вод.
6. Установленные дренажные системы способствовали изменению гидрогеологических условий БАМ, в особенности в отношении зон выклинивания и подпитки грунтовых вод и интенсивности выклинивания или подпитки. Глубокий дренаж и широкое междуренне вероятно способствовали мобилизации солей.
7. Зоны подпитки и выклинивания грунтовых вод имеют большую территориальную изменчивость.
8. Текущие оценки объема мобилизуемых солей, полученные из упрощенного водно-солевого баланса, возможно, недооценивают вынос солей дренами.
9. Проблемы засоления в БАМ обостряются из-за недостатка испарительных бассейнов достаточного объема или вследствие того, имеющиеся водоемы уже переполнены; это препятствует экологически приемлемому отведению больших объемов дренажных вод плохого качества.
10. Анализ снимков Ландсат ТМ указывает на ускоренное ухудшение дренажной инфраструктуры в период с 1989 по 2002 гг.
11. Преимущество использования методики дистанционного зондирования для мониторинга засоленности почвы заключается в возможности, которую она предлагает для наблюдения за всей территорией БАМ с эффективными затратами. Недостаток – это текущий экспериментальный статус данной технологии и необходимость проверки результатов от снимков высокого разрешения полевыми наблюдениями.
12. Серьезный дефицит текущих расходов на эксплуатацию и техобслуживание ирригационной и дренажной инфраструктуры явился результатом отсутствия организационной ответственности за эксплуатацию и техобслуживание после реструктуризации бывших колхозов с момента обретения независимости Центрально-азиатскими республиками.
13. Текущий недостаток работ по техобслуживанию ведет к ежегодным потерям урожайности хлопка, которые оцениваются в 10 долларов США на гектар.
14. Управленческие структуры и организации являются слабыми из-за недостатка финансирования, знаний и координации.

ЧАСТЬ 2
ОЦЕНКА НУЖД

6. Введение

В последние годы ряд опубликованных отчетов были посвящены проблемам бассейна Аральского моря, начиная с довольно узкой перспективы повышения устойчивости орошаемого земледелия в бассейне и кончая более широким вопросом восстановления прежнего уровня воды и биоразнообразия Аральского моря. В данной второй части отчета, прежде всего, рассматриваются более подробно три сценария, обсуждаемые в отчете Брейс (Visvanatha, 2004). Затем в ней были подведены итоги двух дополнительных отчетов, которые были подготовлены независимо от данного исследования, но помогут сформулировать действия для достижения стратегии с реальными инвестициями в дренаж в бассейне Аральского моря.

Хотя существует прямая связь между расширением орошаемых площадей в бассейне Аральского моря и снижением уровня воды моря, в данной части не будет обсуждаться вопрос о восстановлении уровня воды в Аральском море.

Нельзя исключать возможность того, что вследствие улучшения ирригации и дренажа некоторая часть воды, ныне используемой для сельского хозяйства, может подаваться в Аральское море, но, по всей видимости, это осуществимо в далеком будущем. В среднесрочном плане наиболее вероятно, что вода, высвобожденная в результате улучшения управления водой в БАМ, будет использована для орошения дополнительных земель, а не для восстановления уровня воды в Аральском море.

Предполагается, что даже при среднегодовом притоке 15 км^3 из Амударьи потребуется около 30 лет, чтобы достичь такого уровня минерализации в сохранившейся западной части Аральского моря, который позволит восстановить здоровое биоразнообразие. При меньшем притоке восстановление биоразнообразия в Западном Аральском море займет намного больше времени. Выделение такого годового стока в море потребовало бы принятия важного политического решения заинтересованными странами (Гасконинг, 2002).

Исследования продуктивности воды в верховьях бассейна реки Сырдарья показывают, что использование воды в орошении могло бы стать более эффективным и тем самым потребовать меньше воды на ту же орошаемую площадь. Однако существует реальная опасность, что вместо этого сэкономленная вода будет использована для расширения орошаемой площади. Если это случится, производство увеличится, поскольку вода используется более эффективно, но это не приведет к экономии воды, которая может быть отведена в Аральское море (Mingau-Rust et al., 2003). Чтобы произошло последнее, должна быть признана экологическая ценность ветландов и Аральского моря, и должны быть заключены обязательные трансграничные соглашения по переводу воды от сельского хозяйства в природоохранный комплекс. В настоящее время, существует немного признаков того, что в ближайшее время эти условия будут обеспечены.

6.1 Сценарии и планы действий, разработанные в рамках проекта

Висванатхой были разработаны сценарии по улучшению дренажа (доклад 4, 2004) на основе исследований и анализов на моделях НИЦ МКВК, а также учтены сценарии и анализы из отчетов Гасконинга (2002) и Всемирного банка (Bucknall et al., 2003).

Первый сценарий рассматривает последствия сохранения существующих тенденций, тогда как другие два сценария рассматривают последствия разных уровней инвестиций, которые позволят улучшить нынешнюю ситуацию.

6.1.1 Сценарий сохранения существующих тенденций

Сценарий сохранения существующих тенденций допускает медленные темпы организационного и политического улучшения, отсутствие изменений в текущих ассигнованиях на эксплуатацию и техническое обслуживание и дальнейшее ухудшение инфраструктуры из-за отложенного обслуживания.

Ожидаемое воздействие данного сценария заключается в том, что в ближайшие 5-10 лет весь вертикальный дренаж станет неисправным; в течение следующих 10-20 лет большая часть закрытого дренажа также перестанет работать или станет неисправной. Аналогично, состояние внутрихозяйственной системы дренажа будет продолжать ухудшаться и, возможно, в течение 5-10 лет она станет почти совершенно неисправной.

Поэтому вывод земель из оборота в связи с заболачиванием и засолением при одновременной потере урожая будет принуждать фермеров к поиску работы вне сельского хозяйства для поддержания необходимого качества жизни, поэтому весьма вероятен усиленный уход из сельского хозяйства. Самый большой вывод земель из оборота будет у Казахстана и Туркменистана, где, по подсчетам, он составит порядка 10-20 тыс. га в год.

6.1.2 Сценарий умеренных инвестиций

Второй сценарий похож на Сценарий 1 тем, что также предполагает медленный прогресс в осуществлении политических реформ и задержку в обеспечении техобслуживания. Цель будет состоять в увеличении финансовых средств для продвижения умеренной, выборочной реабилитации для предотвращения дальнейшего ухудшения инфраструктуры. Мероприятия по улучшению будут включать очистку магистральных коллекторов и коллекторов второго порядка, углубление, выравнивание откосов и уклонов. На уровне хозяйств этот сценарий включает выборочную реконструкцию открытых дрен и горизонтальных закрытых дрен, укрепление внутрихозяйственной дренажной сети в приоритетных районах, а также демонстрацию и внедрение методов интегрированного управления водными ресурсами и сельским хозяйством.

Для данного сценария умеренных инвестиций, расчетные бюджетные требования составляют более 200 долларов США на гектар в Узбекистане, по >100 долл. США/га в Туркменистане, Таджикистане и Казахстане и 50 долл. США/га в Кыргызстане. Текущие затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание дренажа составляют менее 1 долл. США на гектар, за исключением Таджикистана, где они составляют 1,85 долл. США/га, и Узбекистана с 7,20 долл. США/га.

Основным воздействием будет реконструкция и восстановление около 20-25% системы горизонтального дренажа, некоторых внутрихозяйственных каналов младшего порядка и трубопроводов, а также 20-25% от общей протяженности существующих систем закрытого дренажа, лазерная планировка 5-10% орошаемых земель и реконструкция основных систем вертикального дренажа. Это может позволить сохранить текущий уровень продуктивности с ожидаемым предельным восстановлением 1% в год в течение ближайших 20 лет. Дополнительное

финансирование должно поступать от местных органов власти, частных организаций и фермеров и, вероятно, в основном от Программы официальной помощи развитию (ODA).

6.1.3 Сценарий крупных инвестиций⁵

Третий сценарий – сценарий крупных инвестиций – предполагает осуществление работ по капитальному ремонту. Они включают: капитальный ремонт внутрихозяйственных систем открытого и закрытого дренажа; укрепление дренажа, внутрихозяйственные работы, такие, как лазерная планировка; крупномасштабное внедрение передовых методов управления водой и агротехники. По данному сценарию, будут тщательно изучены преимущества комбинированных систем горизонтального и вертикального дренажа в дополнение к восстановлению необходимых систем вертикального дренажа. При этом ожидается, что бюджетные требования на гектар увеличатся в два-три раза по сравнению со вторым сценарием.

В данном сценарии будут рассмотрены улучшение инфраструктуры и восстановление сельского хозяйства; полная реконструкция облицованных и необлицованных каналов, трубопроводов на 30-50% от общей имеющейся протяженности; полная реконструкция горизонтального закрытого дренажа на 50-70% от имеющейся протяженности; лазерная планировка 50-70 % сельскохозяйственных земель; реконструкция необходимых систем вертикального дренажа. Подробности этих трех сценариев и исследование на примере Бухарской области - одной из наиболее пострадавших областей – представлены Висванатхой (2004).

Сценарий крупных инвестиций предполагает, что предельное экономическое восстановление будет на уровне 1 % в год в течение первых 10 лет и 5 % в год в течение следующих 10 лет.

6.2 Планы действий

В ряде докладов, особенно в докладе 3 (НИЦ МКВК), были сформулированы планы действий, предусматривающие путь вперед. Они представлены ниже:

1. Общий подход:

- Сосредоточиться, прежде всего, на позитивных видах деятельности с быстрой отдачей и акцентировать доходы;
- Повышать осведомленность и создавать информационную базу; повышать прозрачность; инициировать обсуждения о многофункциональности ресурсной системы;
- Предоставлять финансовые средства для специальных работ;
- Признать, мобилизовать и расширить возможности других заинтересованных сторон, помимо сельскохозяйственных производителей.

2. Планирование и осуществление пилотных проектов:

- Применять комплексный подход к улучшению дренажа с учетом всех затрат и выгод.
- Комплексный подход должен быть практичным.
- Учиться, прежде чем браться за выполнение.
- Правительства и организации содействия международному развитию должны настаивать на применении комплексного подхода к дренажу.

⁵ Данный сценарий был назван «оптимистическим сценарием» в работе Висванатхи (2004). Учитывая, что в нынешнем мировоззрении к оптимизму обычно относятся как к чему-то бесосновательному, сценарию было дано более нейтральное название «сценарий крупных инвестиций».

3. Введение национальной политики по дренажу

Правительство каждой из центральноазиатских республик должно провести оценку своих нужд в развитии организационного потенциала относительно эксплуатации, управления и технического обслуживания систем дренажа и разработать поправки к политике для продвижения комплексного подхода к управлению дренажом.

4. Определение очередности мер дренажных интервенций

Уточнить и развить категории классификации земель, чтобы помочь в приоритезации дренажных интервенций с учетом физических и социальных факторов. Следующие категории классификации земель рекомендуются для целей развития комплексного подхода к управлению дренажом:

- Класс I – хорошие плодородные земли, но подвержены риску засоления и заболачивания из-за плохого ухода.
- Класс II – низкая засоленность почв; достаточно глубокое залегание грунтовых вод; наличие хорошего управления водными ресурсами.
- Класс III – более высокая засоленность почв и/или более близкое залегание грунтовых вод, чем у земель класса II.
- Класс IV – наихудшие земли; полностью засоленные и/или заболоченные, брошенные земли.

5. Определение приоритетного времени выполнения пилотных программ по мелиорации и реабилитации

- Начать незамедлительно (как можно скорее) – земли классов I и II, которые обещают краткосрочные результаты.
- Начать осуществление в среднесрочном плане (2-5 лет) – земли класса III.
- Начать осуществление в долгосрочном плане (более 10 лет), если вообще начинать – земли класса IV, причем некоторые из них могут быть выведены из оборота навсегда.

6. Организация полевых участков на основе комплексного подхода к управлению дренажом

- Оценка различных критериев проектирования систем дренажа, в том числе с учетом конкретных местных потребностей.
- Разработка недорогих методик эксплуатации и техобслуживания.
- Установление управленческих систем для ввода, эксплуатации и техобслуживания систем дренажа на всех уровнях.
- Разработка стратегий отведения дренажных вод с учетом чувствительности окружающей среды.

7. Разработка и развитие баз данных

Здесь необходимо обеспечить более эффективную взаимосвязь между заинтересованными сторонами, повысить прозрачность и улучшить доступ к необходимой информации и данным для заинтересованных сторон. Категории данных включают: почвенные условия и тренды качества почв, уровни грунтовых вод и их динамика, новые структуры размещения сельхозкультур, бюджеты хозяйств, сметы затрат на восстановление внутри- и межхозяйственных сооружений.

8. Формирование потенциала в программах по дренажу, массовым коммуникациям и обучению.

Инициировать различные виды программ развития потенциала в области дренажа для повышения и распространения региональной и местной культуры управления дренажом, признать не-

обходимость преобразований и усилить мотивацию среди всех заинтересованных. Формирование потенциала должно включать развитие и признание решающих факторов долгосрочной устойчивости орошаемого земледелия. Ключевыми элементами устойчивости являются:

- Признание дренажа неотъемлемой частью орошаемого земледелия.
- Признание дренажа и ирригации одинаково важными частями управления водой.
- Признание того, что системы управления водой (включая дренаж) должны проектироваться и управляться с учетом как сельскохозяйственных, так и природоохранных задач.
- Признание того, что создание оптимальных влажностных условий для роста сельхозкультур, в зависимости от конкретных условий местности, диктуется как дренажом, ограничением дренажа и суб-ирригацией, также как и ирригацией.
- Принятие и внедрение передовых методов управления в сельском хозяйстве, поскольку они принесут пользу окружающей среде.
- Стремление к повышению эффективности производства путем увеличения объема производства на гектар, объема производства на единицу поданной воды, а также путем улучшения качества продукции.
- Признание постоянной важности ремонта и техобслуживания существующих систем, включая замену неисправных систем с тем, чтобы они не причиняли вреда окружающей среде, живой природе и другим интересам.
- Поддержание соответствующего баланса между сельскохозяйственными и другими группами интересов в выполнении соответствующих законодательных задач.
- Поддержка внедрения и осуществления государственной политики и нормативов, которые нацелены на укрепление долгосрочной устойчивости орошаемого земледелия в Центрально-Азиатских республиках.

НИЦ МКВК (доклад 3, 2004 г.) считает путями решения вопроса повышение общественной осведомленности о важности дренажа в обеспечении устойчивости землепользования, вовлечение государственного и частного секторов в восстановление дренажа и обеспечение тренинга по интегрированному управлению оросительными и дренажными водами, недорогому техобслуживанию дрен и сведению к минимуму мобилизации солей с грунтовыз вод и их сброса в реки. МКВК рекомендует, чтобы восстановление, модернизация и усовершенствование дренажа начинались там, где крайне необходима мелиорация, т. е. в порядке приоритетности в Республике Каракалпакстан, Бухарской, Сырдарьинской, Джизакской, Ташаузской, Чарджоуской и Кзыл-Ординской областях.

В другой части доклада 3 НИЦ МКВК также сформулировал приоритетные действия на краткосрочный, среднесрочный и долгосрочный период осуществления, как показано в таблице 9 ниже. Это приоритетные мероприятия нацелены на контроль засоления и заболачивания земель. Неотложные мероприятия сосредоточены на ремонте дренажной инфраструктуры, для чего требуются ресурсы и тренинг. Они также затрагивают необходимость в изменении структур размещения сельхозкультур и лучших методах промывки. Среднесрочные мероприятия нацелены на повышение продуктивности оросительной воды, что требует контроля качества оросительной воды, включая повторное использование дренажных вод и внедрение соответствующих технологий орошения для новых структур размещения сельхозкультур. Среднесрочные мероприятия также включают мелиорацию засоленных земель путем промывки. Необходимо обеспечить консультативные службы и распределение обязательств по поддержанию орошаемого земледелия, т.е. по предупреждению дальнейшей деградации земель. Следует обязательно принять во внимание социально-экономические аспекты при сопоставлении стоимости реабилитации систем со стоимостью субсидирования фермеров. Долгосрочные мероприятия включают разработку новых технологий и методов контроля заболачивания и засоления почв и минерализации воды, признавая необходимость круглогодичной культивации и растущий дефицит оросительной воды хорошего качества.

Таблица 9. Приоритетные меры по борьбе с засолением и заболачиванием земель

Временная шкала выполнения	Рекомендуемые меры
Краткосрочные (неотложные)	1. Очистка и ремонт существующих дренажных систем, предотвращение дальнейшего подъема уровня грунтовых вод (дренажных стоков).
	2. Обеспечение материальных ресурсов и стимулирование качественного рассоления почв путем их промывки (ирригационное и дренажное оборудование, топливо, достаточное количество воды, зарплата и др.).
	3. Обучение, технические требования и контроль качества промывки. Обучение оценке засоленности почв с помощью простого метода.
	4. Пересмотр структуры размещения сельхозкультур в зависимости от фактической засоленности почв в хозяйствах.
	5. Применение режимов промывки для сельскохозяйственных культур при круглогодичном землепользовании, с глубокой вспашкой и рыхлением почвы для содействия мелиорации.
Среднесрочные	1. Улучшение качества оросительной воды в источнике.
	2. Контроль ограничений на повторное использование дренажных вод для орошения.
	3. Проведение крупномасштабной промывки, как части мелиорации засоленных земель.
	4. Замена орошения технических культур по бороздам на землях с уклоном многолетними садовыми культурами и виноградом капельным орошением, импульсным орошением или другими водосберегательными методами орошения.
	5. Усиление мониторинга засоленности почв, оказание консультативных услуг и эффективная борьба с деградацией земель и ответственность за нее.
Долгосрочные	1. Разработка новых идей и технологий по управлению водо-солевым содержанием почв в условиях: - круглогодичного возделывания засоленных земель; - недостатка водных и материальных ресурсов; - близкого залегания (<3 м) грунтовых вод как главного источника солей.

Комментарии автора: Имеется некое частичное совпадение предлагаемых действий, особенно если под комплексным подходом к дренажу понимается обучение фермеров, развитие потенциала, вовлечение частного сектора в процесс развития организаций, оказывающих услуги фермерам, разработку политики и осуществление водохозяйственных нормативов. Более того, в планах действий должны быть учтены обоснованные требования к качеству воды, в частности, питьевой воды, а также возможное негативное влияние предлагаемых действий на окружающую среду. Такой комплексный подход может привести к планам действий с компонентом исследований. Также в докладах не рассмотрена возможность того, что некоторая часть орошаемых земель находится в столь плохом состоянии, что вряд ли восстановление может иметь хоть какой-то экономический смысл, и должна быть немедленно изъята из сельскохозяйственного производства. В таких районах внимание должно быть сосредоточено не на восстановлении, а на поиске альтернативных рабочих мест для пострадавших фермеров.

В этих планах действий не было четко сказано о необходимости оценки экономической жизнеспособности восстановления ирригационной и дренажной инфраструктуры. В отчете Всемирного банка (Visknull et al., 2003), который будет рассмотрен ниже, сопоставлена стоимость восстановления со стоимостью субсидирования фермеров в случае, когда возделывание их земель становится неэкономичным. Можно возразить, что в пяти исходных докладах акцент делается на физических аспектах восстановления, при этом игнорируя важность политических изменений (таких, как либерализация рынков, повышение цен на продукцию фермеров и сокращение субсидий на воду), которые позволили бы сделать орошаемое земледелие более экономичным и, следовательно, устойчивым.

7. ДРУГИЕ ОТЧЕТЫ, ЗАТРАГИВАЮЩИЕ НУЖДЫ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В БАССЕЙНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Первый из двух дополнительных отчетов, рассмотренных автором, был составлен «Роял Гасконинг» (2002) для Глобальной программы защиты окружающей среды (GEF) Международного фонда спасения Арала (МФСА), а другой был написан Всемирным банком (Bucknall et al., 2003). В первом отчете обсуждается управление водой и окружающей средой, во втором рассматриваются социальные, экономические и экологические соображения, касающиеся орошаемого земледелия в БАМ, в особенности связь между ирригацией и нищетой.

7.1 Отчет «Гасконинга»

Основное заключение данного отчета состоит в том, что при приемлемых стандартах управления водные ресурсы бассейна Аральского моря будут достаточными для удовлетворения текущих требований на орошение и обеспечения соответствующего объема для экологических целей в низовьях и дельтах рек. Предмет спора заключается в том, что в настоящее время большая часть воды, забираемой для целей орошения, используется нерационально в связи с ее инфильтрацией в грунтовые воды или сбросом непосредственно из каналов в систему дренажа. Более того, в нижних системах почти половина дренажных вод постоянно теряется в пустынных понижениях. Хотя ликвидация потерь от утечки из сети каналов может быть сложной и дорогостоящей, можно по разумным ценам значительно сократить объем потерь, вызванных прямыми сбросами в дрены. Авторы утверждают, что по подсчетам ежегодно можно сэкономить 8 км³ за счет улучшения эксплуатации каналов и внутривозвратного управления водой.

Эти выводы основаны на трех сценариях, разработанных на период 2001-2025 гг., в которых учитываются особенности стран. Сценарии описывают ситуацию ухудшения, укрепления и восстановления.

По подсчетам, общие экономические потери государств от близкого залегания грунтовых вод и вызванной им повышенной засоленности почв, как было отмечено, составляют 1,4 млрд. долл. США в год. В данном отчете утверждается, что значительная часть таких потерь может быть предотвращена за счет лучших методов агротехники и полива, например, улучшение планировки полей, что позволит ликвидировать черную паршу у культур, вызванную высокой засоленностью почв или недостаточным орошением. Полив больше не должен проводиться в три или четыре больших приема (как предусматривалось в плане), а в 7-10 более мелких приемов при таком же объеме оросительной воды. В отчете упоминаются исследования, которые показывают, что лазерная планировка земель и усовершенствование орошения часто обеспечивают внутреннюю норму прибыли в размере более 30 %.

В отчете говорится о том, что современные уровни минерализации воды в реках Амударья и Сырдарья почти на 20% ниже, чем максимальный показатель в 1980-х, и вряд ли в будущем значительно увеличатся. Однако, в низовьях уровни минерализации воды рек почти вдвое выше допустимой нормы для производства питьевой воды. Поэтому для питьевого водоснабжения используются подземные воды, а в годы маловодья уровни быстро снижаются, и не хватает требуемых мощностей.

В отчете допускается, что для восстановления ирригационной и дренажной инфраструктуры потребуются значительные инвестиции, но самой существенной задачей считается изменение отношения вовлеченных людей.

Желаемые стратегические изменения включают, в числе прочего, создание новых межгосударственных соглашений о водodelении, и общее обязательство в отношении сбережения воды. Улучшение внутривладельческого управления водой считается центральной темой всех стратегий управления водой и солями.

Учитывая нынешние макроэкономические условия в центральноазиатских республиках и перспективы на будущее, расчетные уровни инвестиций, предложенные в большинстве предпочтительных сценариев, могут быть выше, чем можно позволить, вероятно, приводя к более длительным периодам реализации, чем хотелось. Отчет предусматривает, что инвестиционные возможности в ближайшие годы могут быть крупным макроэкономическим сдерживающим фактором в ближайшие годы для развития сельского хозяйства и энергетики.

Современное межгосударственное водodelение не включает распределение воды на поддержание ветландов в низовьях рек. Более того, нет положения о выделении воды для Аральского моря, кроме предусматриваемого поддержания минимального санитарного стока $100 \text{ м}^3/\text{сек}$ ($3 \text{ км}^3/\text{год}$) для Амударьи и $50 \text{ м}^3/\text{сек}$ для Сырдарьи. В настоящее время две реки подают в среднем около $10\text{--}12 \text{ км}^3$ в год в Аральское море⁶.

7.2 Отчет Всемирного банка

В данном отчете рассматриваются вопросы о том, что происходит с общинами по мере ухудшения ирригационной инфраструктуры, найдут ли фермеры работу в другом месте, и есть ли связь между бедностью и орошением в Центральной Азии. В нем также затрагивается общая экономическая жизнеспособность орошаемого земледелия в БАМ. Цель отчета состоит в оказании помощи лицам, разрабатывающим политику, в принятии наилучших решений относительно инвестиций в свете расхождения между инвестиционными нуждами и имеющимися ресурсами.

Авторы рассматривают три разных мнения, распространенных среди доноров и лиц, разрабатывающих политику. Одна группа считает, что сельские жители не имеют альтернативы орошению в среднесрочный период времени, что означает, что инвестиции необходимо направить на ирригацию и дренаж до того, как инфраструктура будет полностью разрушена. Вторая группа придерживается мнения, что ирригационные и дренажные массивы экономически нежизнеспособны и поэтому нет смысла инвестировать в нерентабельную инфраструктуру. Последняя группа утверждает, что международные донорские организации должны оказывать содействие правительствам в ликвидации систем орошения во многих районах, поскольку они не являются и никогда не смогут стать экологически устойчивыми в этих районах.

Отчет подтверждает недостаточную надежность имеющихся данных, но полевые работы, проведенные как часть исследования, подтверждают общее представление о деградации инфраструктуры, стремительном падении доходов фермеров и организационной слабости. Анализ доходов и потребления хозяйств показывает, что сельская бедность широко распространена. На хвостовых участках подвешенных зон каналов уровень бедности самый высокий. Более того, неимущие фермеры в большей степени страдают, когда засоленные или заболоченные земли изымаются из оборота.

Экономическая жизнеспособность системы орошения зависит от ее расположения. В Узбекистане использование грунтовых вод на орошение очень ограничено. Большое число сис-

⁶ Данная оценка кажется слишком завышенной по сравнению с 5 км^3 , которые, по мнению В.А. Духовного (2002), достигают Аральского моря (исследование на конкретном примере 1, стр. 111-112 в ФАО 61).

тем орошения грунтовыми водами является экономически жизнеспособным даже при полных экономических ценах, включая электроэнергию для откачивания. Согласно самым пессимистическим допущениям, только 12% земель будут производить с убытком. Однако, в Таджикистане, как утверждают авторы, в их репрезентативной выборке районов от половины до двух трети земель были нерентабельными. По-видимому, также необходимо изучить на районном уровне или ниже, как суммарные показатели могут быть по-прежнему положительными, в то время как некоторые части земель сильно засолены или заболочены и вообще не могут быть рентабельными. Вопрос усложняется тем, что многие фермеры не могут достичь полной производительности своих земель из-за организационных недостатков или неблагоприятной политики.

Другие, относящиеся ко второй группе, кто считает восстановление невыгодным, обосновывают свое мнение экологическими соображениями. Авторы данного отчета также включили в свои экономические оценки частичную оценку внешних экологических последствий, связанных с конкретными инвестициями в восстановление, и пришли к выводу, что в некоторых сценариях чистая приведенная стоимость далее изменяется от положительных значений к отрицательным. Слабость анализа проявляется в неспособности вычислить стоимость ущерба экосистеме и здоровью людей. Они утверждают, что «в краткосрочном плане соотношение между затратами и выгодами от попытки включить внешние экологические последствия в анализы других проектов по восстановлению систем орошения в регионе не может быть позитивным ввиду наличия значительных требований к данным и сложных природных комплексов».

В отчете утверждается, что если в случае неосуществления восстановления фермерам выдаются наличные деньги, эквивалентные сумме доходов только от орошения, выплачиваемые всем пострадавшим работникам в период осуществления проекта, то чистая приведенная стоимость субсидий, требуемых для восстановления, в целом будет выше наличных расчетов во всех, но наиболее пессимистичных сценариях. По социальным причинам создание субсидируемых рабочих мест и переселение могут быть предпочтительнее, чем выдача наличных денег. Согласно консервативным допущениям о количестве фермеров, которые могут остаться на прежде орошаемых землях и которые могут уехать, для правительства было бы дешевле субсидировать нерентабельный проект восстановления по всем сценариям. В отчете утверждается, что эта область требует дальнейшей работы и больше данных о почвенных условиях, структурах размещения сельхозкультур, бюджетах хозяйств и расчетных затратах на восстановление межхозяйственных сооружений.

Однако упрощенный анализ показывает, что для правительства может быть дешевле субсидировать некоторые тщательно отобранные неэкономичные проекты восстановления, чем пытаться создать рабочие места и перераспределение доходов для некоторых из пострадавших.

Наконец, в отчете предполагается, что переходный период между началом процесса политической реформы и ощутимыми эффектами в сельских районах может быть длительным. Анализы показывают, что правительства должны в первую очередь рассмотреть те проекты восстановления, которые экономически наиболее сильные. Дополнительные критерии включают наличие или отсутствие национальных и местных организаций, которые устойчивы или имеют все шансы на реформирование. Чтобы решить, так это или не так, необходимы дальнейшие исследования.

Необходимо учесть, что восстановление ирригационной и дренажной инфраструктуры востребовано и экономически целесообразно для условий региона. Эти меры позволят сэкономить воду, которая сейчас сбрасывается в реки, загрязняя их, и частично теряется в испарительных бассейнах. При этом основной эффект этих мер достигается путем повышения продуктивности орошаемых земель и уровня жизни наиболее беднейшего сельского населения.

7.3 Комментарии автора по двум отчетам

Согласно обоим отчетам, восстановление ирригационной и дренажной инфраструктуры осуществимо. Оно приведет к «экономии» воды, которая сейчас теряется в испарительных бассейнах или просачивается в грунтовые воды. Вопрос о том, является ли восстановление экономически выгодным, еще остается открытым. В анализе отчета Всемирного банка сопоставляются проекты восстановления с наличными расчетами, но не учитывается большинство внешних воздействий на окружающую среду и здоровье людей. В настоящее время возможность позитивной чистой приведенной стоимости инвестиций в восстановление ирригационных и дренажных систем в лучшем случае может составить 50 % при условии, что также будут учтены вопросы окружающей среды и здоровья людей. Простая байесовская оценка (Press and Tapur, 2001) показывает, что для того, чтобы вероятность готовности доноров инвестировать в проекты восстановления составляла более 50 %, вероятность соотношения выгод и затрат, связанных с такими инвестициями, должна составлять, по крайней мере, 70 %. В данном расчете априорная вероятность инвестиций в проекты восстановления (т. е. до выявления значения соотношения затрат и выгод от таких инвестиций) оценивается в 25 % (Kijne, ноябрь 2004 г., не опубликовано). Иначе говоря, если будет привлечена донорская помощь, должна быть четко установлена позитивная чистая приведенная стоимость проектов восстановления, что (как и в отчете Всемирного банка) говорит в пользу того, что правительства должны начать с проектов восстановления, которые являются экономически наиболее сильными.

Во-вторых, согласно обоим отчетам, эффективность мер по восстановлению зависит от организационных и политических изменений. Маловероятно, что это условие будет выполнено в одинаковой степени в каждой из пяти Центрально-Азиатских республик. Такая точка зрения также подчеркивает важность строгого отбора мест для проектов восстановления, где наиболее вероятно, что будут обеспечены условия для успешного выполнения. Эти условия включают тщательное планирование, которое предусматривает участие всех потенциальных бенефициаров, наличие надежных строительных компаний, агентств, готовых и способных к осуществлению эксплуатации, управления и технического обслуживания восстановленной инфраструктуры, а также проведение благоприятной политики.

Оба отчета явно предполагают, что восстановление не подразумевает просто улучшение ирригационной и дренажной инфраструктуры. Физическое улучшение должно быть осуществлено параллельно с улучшением методов управления водой, орошения и земледелия, развитием потенциала и укреплением организаций и поставщиков услуг.

Вопрос о развитии потенциала и институциональном укреплении является особенно важным в сфере деятельности ИПТРИД. Необходимость выхода за пределы физических аспектов восстановления подкрепляет мнение о том, что интервал времени между началом восстановления и политической реформы и периодом, когда эти изменения дадут результаты на местах может быть длительным, что требует терпения от бенефициаров, правительств и доноров.

8. ПОТРЕБНОСТЬ В БОЛЕЕ ДОСТОВЕРНЫХ ДАННЫХ

Как указано в первой части данного отчета, большая часть данных были недостаточно надежными или устаревшими. Следовательно, необходимость в создании более полной и надежной базы данных является очевидной. Мониторинг водно-солевого баланса на местах является до-

рогостоящим, и следует обратить должное внимание на то, каким данным нужно отдать предпочтение при их сборе.

В качестве примера можно привести оценку грунтовых вод, упомянутую в данном отчете, которая как в количественном, так и в качественном выражении была выполнена с ограниченными данными и информацией (Янсен, доклад 1, 2004 г.). Выявление и оценка реально осуществимого инвестирования в дренаж (и ирригацию) зависят от улучшения определения гидрогеологических параметров, особенно тех, которые связаны с подземным стоком и характером мобилизации солей, их ретроспективных и ожидаемых будущих тенденций. Без более достоверных данных нельзя успешным образом свести к минимуму отрицательное воздействие мобилизации солей с окружающих грунтовых вод. Это один из конкретных примеров, но учитывая необходимость в комплексном подходе к управлению водой на разных уровнях от хозяйства до района и речного бассейна, также необходимы дополнительные усилия по сбору данных по другим аспектам управления водой.

Согласно Янсону (доклад 1, 2004 г.), конкретные примеры требований к гидрогеологическим данным включают:

- Составление карт грунтовых и подземных вод, составление карт пьезоизогипс подземных вод и использование географической информационной системы (ГИС) для анализов.
- Данные для корреляции стока подпитки/выклинивания с дренажом
- Оценка естественной дренирующей способности с помощью данных о гидравлических свойствах водоносных горизонтов
- Гидрохимические анализы оросительных и дренажных вод, а также грунтовых и подземных вод для улучшения понимания о процессах мобилизации солей
- Данные для оценки пространственно-временной изменчивости засоленности земель с учетом стоков подпитки и выклинивания
- Особенности, включая пространственные координаты, всех пунктов забора подземных вод

Рекомендуется провести специальные исследования по взаимодействию между аллювиальными отложениями и глубинными пластами (напр., в Кашкадарье), а по наличию естественной дренированности в Каракалпакстане. Оба исследования должны способствовать пониманию специфических режимов подземного стока. Третье исследование должно затронуть управление и экономику борьбы с засолением с помощью неглубоких дрен, вместо существующего глубокого дренажа и широкого междурья, в сочетании с методами орошения.

В следующих трех разделах данного отчета обсуждаются особые вопросы, которые должны быть включены в планы действий и проектные предложения. В первом из этих разделов рассматриваются пути эффективного мониторинга засоленности почв, во втором разделе – варианты отведения дренажных вод, и в третьем – вопрос о необходимости трансграничных соглашений.

9. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МЕТОДОЛОГИИ МОНИТОРИНГА ЗАСОЛЕННОСТИ ПОЧВ

Как детально изложено в докладе 5 (Вотер Вотч 2004) и вкратце описано в разделе 3.2 данного отчета, мониторинг засоления почв может проводиться путем всестороннего и достаточно частого отбора проб почв на месте или путем анализа спутниковых снимков. Стоимость полевого исследования, очевидно, зависит от размера площади, которая должна быть исследована, и частоты отбора, требуемой для статистического анализа. Стоимость может быть уменьшена с помощью электромагнитного зонда для отбора проб, например EM38, показания которого могут

быть интерпретированы в контексте профилей засоленности почв. Однако калибровка находится под влиянием содержания почвенной влаги, и для точной интерпретации показания должны быть взяты как можно ближе при том же содержании влаги. На полях, орошаемых неравномерно, это сложно, а также должно быть определено содержание почвенной влаги. Кроме того, необходим тренинг по использованию зонда и анализу его показаний, который включается в расходы.

Оценочная стоимость обработки одной комбинации снимков Landsat с высоким разрешением площадью 185 x 185 км (3,4 млн. га) составляет около 50 000 долл. США, что по всей вероятности меньше стоимости почвенной съемки площади такого же размера. С мая 2003 года на снимках спутника Ландсат-ТМ7 начали появляться необычные артефакты с таким результатом, что нет части снимка (вокруг края). Что касается исследований, проводимых после этой даты, в качестве альтернативы могут быть использованы снимки Ландсат-ТМ5. Экономический срок службы старого спутника Ландсат-ТМ5 уже истек, и в ближайшем будущем он может прекратить функционирование. Данные ASTER могут также быть использованы в качестве альтернативы. Значения засоленности почв, основанные на интерпретации спутниковых снимков, должны быть проверены на достоверность путем сопоставления с данными полевой съемки. Поэтому качество данных о засоленности почв, полученных со спутника, связано с точностью измерений засоленности почв с помощью полевых съемок. Должны быть приняты соответствующие меры по обеспечению высокой точности полевых измерений.

Если основной задачей является мониторинг сельскохозяйственного производства, более эффективно проводить мониторинг фактической эвапотранспирации и роста биомассы путем применения SEBAL. Данная методология была разработана для данной цели и требует только стандартных метеорологических данных. Она может быть использована с незначительным временем для подготовки. Результаты могут быть получены для любого периода времени, от одного дня до одного года, но обычно достаточно интервала в две недели. Стандартные выходные данные по росту биомассы и эвапотранспирации вычисляются на модели SEBAL на основе набора снимков с низким разрешением, которые охватывают весь год с интервалом почти в 2 недели. Такая система мониторинга очень подходит для сопоставления разных областей; но даже внутри одной области можно различить продуктивные и непродуктивные зоны. Можно провести мониторинг сельскохозяйственного производства на уровне бассейна за 40 000 долл. США. Исходя из результатов, полученных в масштабе области, можно определить зоны для более детальных исследований. Также путем выездов на местность можно подтвердить, что зоны, которые, как показал анализ SEBAL, имеют низкую относительную интенсивность эвапотранспирации и низкий рост биомассы, фактически являются засоленными. Это может быть косвенным путем получения некоторых признаков территориального распределения вредных уровней засоления.

10. ВАРИАНТЫ ОТВЕДЕНИЯ ДРЕНАЖНЫХ ВОД

В силу своих геологических, геоморфологических, климатических и гидрографических условий верхняя часть реки Сырдарья функционирует как региональная дрена. Так как в регионе нет впадин или понижений, которые могли бы служить испарительными бассейнами региона, большая часть коллекторно-дренажного стока с высокой минерализацией вынужденно возвращается в русло реки (НИЦ МКВК, доклад 3, 2004 г). Ежегодный перенос солей в этой части реки оценивается в 15 млн. тонн, и в результате минерализация воды реки достигает 0,9-1,2 г/л в водохранилищах в конце верхнего течения. Контроль качества воды в верховьях Сырдарьи путем сокращения дренажного стока должен иметь высший приоритет. Это может быть сделано путем сокращения объема оросительной воды, поданной на единицу площади и крупномасштабного развития повторного использования дренажных вод в районе, где они формируются вместо их сброса в реку.

В среднем течении речного бассейна качество воды и основные проблемы дренажа могут быть разрешены путем отведения части стока от коллекторов (до 60%) в Арнасайское понижение. Отведение дренажных вод в понижения, когда их качество все еще достаточно хорошее для орошения солеустойчивое культур, разумеется, является расточительным. Поэтому этот вариант должен быть осуществлен параллельно с более широким повторным использованием дренажных вод до отведения концентрированных дренажных вод в понижения. В низовьях дренажные воды из коллекторов (около 1,2-1,3 км³ или 60%) можно сбрасывать в искусственные озера, как часть программы по восстановлению биоразнообразия. В результате остается 40% дренажного стока для сброса в русло реки.

Также в бассейне реки Амударья большая часть коллекторно-дренажного стока с орошаемых полей Туркменистана и Узбекистана возвращается в среднее и нижнее течение реки. НИЦ МКВК (доклад 3, 2004 г.) считает, что качество воды в реке можно улучшить и, следовательно, повысить продуктивность сельского хозяйства при условии, если коллекторно-дренажный сток в среднем и нижнем течении речного бассейна можно будет отводить в Аральское море путем строительства обводного Правобережного дренажного коллектора. Это, конечно, может сократить речной сток. Однако считается, что возможное повышение продуктивности сельского хозяйства, которое можно достичь путем строительства дренажного коллектора, будет намного превосходить возможный негативный эффект от сокращения речного стока. Такое решение также позволяет устранить необходимость проведения больших объемов работ по промывке и обеспечить значительные объемы воды, хотя и минерализованной, для улучшения состояния окружающей среды в низовьях бассейна.

Согласно НИЦ, в 1980 году было выполнено ТЭО строительства этого правобережного дренажного коллектора. Он предназначен для отведения дренажных вод с орошаемых полей, расположенных на площади 1 млн. га в верхнем, среднем и частично в нижнем течении Амударьи, и должен быть проложен по правому берегу параллельно Амударье через пустыню к Аральскому морю. Общий годовой сток дренажного коллектора оценивается в 3,5 км³. Его протяженность составляет более 308 км, а оценочная стоимость – около 1 млрд. долл. США. Согласно проекту, после того, как будет построен канал, эксплуатационная минерализация воды в нижнем течении реки будет составлять менее 1,0 г/л. Недостатки ТЭО включают отсутствие любых технических альтернатив сокращения дренажного стока, управления им и высокие затраты на строительство.

Строительство дренажного коллектора было начато в 1987 году и шло медленно из-за недостаточного финансирования. Обращение к Всемирному банку о финансовой поддержке все еще находится на рассмотрении, несмотря на то, что с момента его подачи был проведен ряд исследований.

Кроме того, правительство Туркменистана в принципе приняло решение о создании грандиозного озера/водохранилища под названием «Озеро Золотого века Туркменистана» посредством сбора и отведения коллекторно-дренажных вод из пяти областей Туркменистана и Хорезмской области Узбекистана. Собранный сток будет сбрасываться через 9 межхозяйственных коллекторов общей протяженностью 936 км в два планируемых магистральных канала протяженностью 1080 км, и оттуда в озеро. Очевидно, что осуществление такого грандиозного проекта окажет воздействие на экологические и мелиоративные процессы как в самом Туркменистане, так и в низовьях Амударьи.

11. ТРАНСГРАНИЧНЫЙ СТОК

Дренажный сток, который образовывается в пределах одного государства, но сбрасывается в реки и озера в другом государстве, загрязняя последние, является трансграничным возвратным стоком. Большая часть такого трансграничного стока в значительной степени способствуют загрязнению в стране-приемнике.

Согласно материалам НИЦ МКВК (доклад, 2004 г.), разработка региональной стратегии управления таким трансграничным стоком включает следующее:

- Государства и зоны планирования (области) должны установить взаимно приемлемые лимиты на объем и загрязняющие, допускаемые в трансграничном стоке.
- Должны быть разработаны процедуры применения санкций в случае нарушения установленных лимитов.
- Обязательства по управлению трансграничным стоком должны быть справедливо распределены между национальными, региональными и местными органами власти.
- Соли, переносимые с трансграничным стоком, должны быть распределены на основе соглашения между регионами (например, областями), где возникает процесс накопления солей.

Необходимо создать новые региональные и национальные организации или филиалы существующих организаций и заключить соглашения об укреплении организационного потенциала водохозяйственных и природоохранных организаций, которые отвечают или станут ответственными за управление трансграничным стоком.

12. ОЦЕНКА НУЖД

Планы действий, сценарии и требования к данным, рассмотренные в предыдущих параграфах, имеют два очевидных недостатка: в них не указано, кто что должен делать или каковы будут затраты на осуществление различных действий. Это также означает, что еще нет ясного представления о затратах и выгодах перехода от сценария сохранения существующих тенденций к сценариям повышенных или крупных инвестиций. Это усложняет расстановку приоритетов.

Автор данного отчета представил следующий предварительный перечень нужд из разных планов действий и сценариев, указанных в предыдущих параграфах, по таким тематическим разделам, как ресурсы, физическое улучшение, организационные мероприятия, сбор данных (исследования) и новые идеи:

Ресурсы

- Вода
- Денежные средства
- Оборудование, например, для очистки дрен, сельхозтехника, оборудование для послеуборочной обработки
- Новые технологии орошения, например, капельное орошения, оборудование для лазерной планировки земель.

Физическое улучшение

- Внутрихозяйственные дрены
- Межхозяйственные коллектора
- Вертикальные дрены
- Ирригационные сооружения

- Локально развитые технологии и оборудование
- Планировка земель

Организационные мероприятия и осуществление политики и регулирования

- В области землевладения и частной собственности
- Права на воду
- Признание ответственности за эксплуатацию и техническое обслуживание внутрихозяйственной и межхозяйственной инфраструктуры
- Консультативные услуги для оказания поддержки по новым схемам размещения сельхозкультур, методам орошения, эксплуатации и техническому обслуживанию
- Частные поставщики услуг
- Либерализация торговли и поддержка рынка
- Ответственность за поддержание качества воды
- Взыскание штрафов за избыточные поливы и сброс солей сверх нормы
- Трансграничные соглашения по сбросам и качеству воды
- Участие фермеров в процессах принятия решений, эксплуатации и техническом обслуживании
- Поддержка неимущих фермеров, пострадавших от выхода из строя ирригационных и дренажных сооружений

Сбор данных/исследования

- Затраты на разные предлагаемые ремонтно-восстановительные работы и выгоды от них
- Гидрогеологическая информация, например, о зонах подпитки и выклинивания грунтовых вод
- Продуктивность земли и воды (например, валовая стоимость продукта на посевную площадь и на потребленный объем воды)
- Мониторинг засоленности почв, в том числе с помощью спутниковых снимков
- Качество всех видов водных ресурсов (например, грунтовые и подземные воды, дренажные воды)
- Пространственно-временное распределение засоления и качества воды
- Использование грунтовых вод на орошение
- Значение экосистем и угрозы для здоровья
- Значение воды для природоохранного использования в ветландах и Аральском море
- Повторное использование дренажных вод
- Бедность и миграция

Новые идеи

- Варианты отведения коллекторно-дренажных вод, кроме сброса обратно в реки
- Оценка возможных улучшений в питании и состоянии здоровья неимущих фермеров
- Разнообразие схем размещения сельхозкультур
- Создание рабочих мест вне сельского хозяйства
- Внедрение новых культур и сортов
- Орошаемое минерализованными водами земледелие для производства кормовых культур для животноводства

12.1 Комментарии и выводы автора

В рамках данного проекта, который нацелен на содействие достижению устойчивого орошения с реально осуществимыми инвестициями в дренаж, некоторые пункты от каждой категории нужд имеют значимость. Чтобы достичь устойчивого земледелия, необходимо физическое улучшение ирригационной и дренажной инфраструктуры. Относительно этого не может быть сомнений. Что касается организационных мероприятий, все перечисленные нужды должны быть удовлетворены. Необходимо уточнить, кто должен взять на себя инициативу и для чего должны быть осуществлены эти организационные преобразования. Возможно, некоторые из

этих нужд должны быть удовлетворены с приоритетностью в любом комплексном плане улучшения управления водой. Нельзя отдавать главный приоритет сбору данных и связанным исследованиям, кроме той степени важности этих усилий для эффективности восстановительных работ. Первый указанный пункт в данной категории, а именно затраты на разные предлагаемые ремонтно-восстановительные работы и выгоды от них несомненно требует высокого приоритета. В настоящее время, имеются только неполные и возможно устаревшие оценки некоторых статей затрат на восстановительные работы.

Новые идеи всегда приветствуются. Однако, учитывая крайне плохое состояние внутрихозяйственных и межхозяйственных систем орошения и дренажа во многих частях бассейна Аральского моря, трудно обосновать приоритетность дорогостоящих решений по отведению воды из коллекторов, таких, как строительство Правобережного дренажного коллектора в бассейне реки Амударья и Озера Золотого века Туркменистана. Как указано во введении к данному отчету, восстановление уровня воды и биоразнообразия Аральского моря не входит в круг задач данного исследования. Однако воздействие предлагаемых проектов восстановления на окружающую среду должно быть принято во внимание. Оно может быть положительным или отрицательным.

Критические вопросы

1. Как выбрать участки? Прежде всего, наиболее пострадавшие участки, где инфраструктура полностью разрушена, или участки с наибольшими шансами на успех?
2. Следует выбирать всю область или лучше начать с района? (область имеет 250-500 тыс. га орошаемых земель, район - 20-30 тыс. га).
3. Списываются ли затем наиболее пострадавшие зоны?
4. Играет ли роль наличие сильных организаций при выборе?
5. Должна ли реабилитация на всех выбранных участках иметь положительную чистую приведенную стоимость?
6. До какой степени должен быть восстановлен выбранный участок, чтобы считать проект восстановления завершенным?
7. Может ли быть профинансирован проект восстановления без предварительной информации о его возможной выгоде?

Критическими вопросами, которые необходимо поднять, являются:

1. Как выбрать первый участок ремонтно-восстановительных работ? Должен ли он быть наиболее пострадавшим районом, т.е. где инфраструктура почти полностью разрушена, урожайность низкая из-за засоления и/или заболачивания земель, фермеры бедные или пытаются уйти из сельского хозяйства в поисках работы где-нибудь в другом месте? Или должен ли он быть участком, где больше шансов на успех, где, по крайней мере, какая-то часть инфраструктуры находится все еще в исправном состоянии, где существующие организации имеют перспективы изменения, и где могут быть приведены веские доводы в пользу положительной чистой приведенной стоимости инвестиций?
2. Должен ли участок восстановительных работ охватывать всю зону планирования (область), и можно ли начать с одного или сразу с нескольких районов?
3. Если, как утверждает автор, восстановительные работы в первую очередь должны быть осуществлены на участке с большей вероятностью положительной чистой приведенной стоимости, означает ли это, что некоторые районы будут изъяты из сельскохозяйственного оборота и пострадавшим фермерам должны быть предложены другие варианты?

4. Какое воздействие должны оказывать существующие организационные структуры на выбор участка для восстановительных работ, и какие критерии могут быть применены при оценке перспектив поддерживающих организационных структур на выбранном участке?
5. Сколько участков должно быть рассмотрено в первой фазе восстановительных работ? Если более одного участка, должны ли все они иметь более 50% вероятности положительного значения чистой приведенной стоимости, или должно ли это включать участок с более низкой или высокой вероятностью успеха?
6. До какой степени должны быть выбранные участки восстановлены? Промежуточный сценарий предполагает ремонт/восстановление всего 25% от общей протяженности систем горизонтального дренажа и 20-25% систем закрытого дренажа, а также предельное восстановление производства в размере 1% в год в течение двадцати лет. По сценарию крупных инвестиций, ожидается восстановление 30-35% систем горизонтального дренажа и полное восстановление систем закрытого дренажа, при восстановлении производства в размере 1% в год в течение десяти лет, а затем 5% в год.
7. Можно ли получить финансовую помощь для восстановительных работ из частного сектора или Программы официальной помощи развитию (ODA) при малой вероятности жизнеспособности или когда все еще необходимо подтвердить экономическую жизнеспособность пилотной системы?

В следующих пунктах приведены ответы на эти вопросы.

12.1.1 Вопрос 1: Откуда начать - с худшего или среднего участка?

Как упоминалось в разделе 2.3 выше, в отчете, подготовленном для Всемирного банка (Bucknall, 2003), сопоставляются ожидаемые выгоды от восстановительных работ с возможными затратами на возмещение фермерам потерянных доходов от орошения. В нем сделано в некоторой степени гипотетическое заключение, так как внешние воздействия на окружающую среду и здоровье людей не включены в анализ, что выгоды от восстановительных работ, возможно, будут превышать затраты на возмещение потерь фермеров. Данный аргумент был подтвержден байесовским анализом вероятности. Хотя проблемы орошаемого земледелия в бассейне Аральского моря уже давно стали известны, многие технико-экономические обоснования с того времени не привлекли крупных инвестиций, что также означает, что предлагаемые меры вмешательства должны быть экономически целесообразными.

В последние двадцать или более лет климат для крупных инвестиций в орошение и дренаж не был достаточно благоприятным. Инвестиции крупных многосторонних доноров сократились, в частности из-за низких мировых рыночных цен на товары и негативных воздействий многих крупных плотин и других ирригационных систем на окружающую среду. Есть признаки того, что это может измениться (см. интервью с Джоном Бриско, старшим консультантом по водным ресурсам Всемирного банка в журнале «WorldWater», ноябрь/декабрь, вып. 27, № 6). Вероятно, банк, в ответ на запрос на его вложение в крупномасштабное развитие инфраструктуры в странах со средним доходом, таких, как Индия, Китай и Бразилия, будет расширять свой портфель в поддержку ирригационных проектов в развивающихся странах. Однако это не уменьшает необходимости представления финансовым организациям проектов для поддержки, которые, вероятно, имеют положительную чистую приведенную стоимость.

12.1.2 Вопрос 2: Должен ли проект восстановления охватывать всю область?

Двумя первыми регионами, имеющими высший приоритет, предложенными НИЦ МКВК, являются Каракалпакстан и Бухарская область. Каракалпакстан имеет орошаемую площадь около 500 тыс. га и 16 районов. Следовательно, средняя орошаемая площадь по каждому району составляет более 30 тыс. га. В Бухарской области с орошаемой площадью 274 тыс. га и 12 районами средняя площадь орошения на район составляет около 23 тыс. га. Орошаемая площадь

района облегчает выбор участка пилотного проекта на основе выполнимости восстановительных работ. Правильность выбора района зависит от гидрологических условий. Области и районы являются административными единицами, восстановительные работы должны быть выполнены в пределах гидрологической единицы, например, в подвешенной зоне канала и связанной дренажной сети, которая может совпасть или не совпасть с территорией района.

Предположительно не все орошаемые земли в районе или области должны быть восстановлены. Например, считается, что система вертикального дренажа в Бухарской области находится в хорошем рабочем состоянии. Однако сейчас всего 80 % площади обеспечено системой дренажа, хотя в нем нуждается вся орошаемая площадь. Следовательно, на 20 % орошаемых земель в Бухарской области, т.е. около 60 тыс. га, должна быть установлена система дренажа, что стоит дороже, чем восстановление существующей системы. Плотность дренажных сетей во всех районах разная. Системы горизонтального дренажа в Бухарской области были предназначены для производства хлопка, и такая система может не отвечать требованиям, когда выращиваются другие культуры, например, пшеница. Все это указывает на существенное варьирование в требованиях к восстановлению старых и строительству новых систем в разных районах, что усложняет оценку средней стоимости восстановительных работ даже на уровне района.

12.1.3 Вопрос 3: Если восстановительные работы начаты не с наиболее пострадавших земель, означает ли это, что они будут списаны?

Что касается вопроса о некоторых из этих наиболее пострадавших земель, можно ответить «возможно, в среднесрочном плане, да». Дело в том, что воды не хватает. Иначе говоря, площадь орошаемых земель очень большая по отношению к располагаемой воде, при этом она используется неэффективно. При той же площади орошаемых земель эвапотранспирация культур остается неизменной. Излишек оросительной воды, подаваемой на земли, проходит через почвенный профиль и просачивается в грунтовые воды или стекает в дрены. Сокращения потерь можно добиться путем сокращения орошаемой площади и снижения спроса на речную воду. Таким образом, может быть достигнут баланс между орошаемой площадью и располагаемыми водными ресурсами.

В течение процесса восстановления и некоторого времени после этого мелиорируемые земли будут продолжать нуждаться в промывке для снижения уровня содержания солей в корневой зоне. Если система дренажа работает нормально и не мобилизует соли ниже глубины дренажа, уровень содержания солей в дренажных водах начнет снижаться. Это будет способствовать сокращению требований к промывке, но никогда не ликвидирует их полностью. Хотя все еще будет требоваться некоторое количество воды для промывки, в системе располагаемой воды станет больше, особенно если в то же время повысится эффективность орошения. Имеются всевозможные виды использования этой воды. Она может быть использована для расширения орошаемой площади, что может быть неправильным выбором, так как приводит к повторному возникновению нынешних проблем. Она может быть использована для экологических нужд в дельте и для пополнения Аральского моря или для мелиорации других районов. Таким образом, вероятно, что в долгосрочном плане даже те земли, которые сейчас должны быть изъяты из сельскохозяйственного оборота, могут быть возвращены обратно. Однако, это, несомненно, займет длительное время.

Альтернативным вариантом завершения изъятия из оборота сильно засоленных земель является внедрение такого земледелия, при котором минерализованные оросительные воды используются для выращивания солеустойчивых культур, таких как кормовые культуры, что будет способствовать развитию животноводства в данном регионе, а также обеспечит постоянным местом работы некоторых пострадавших фермеров. К другим культурам, которые были внедрены при подобных условиях в других местах, относятся древесные культуры, которые иногда выращиваются скорее для осушения заболоченных земель (био-дренаж), чем для производства лесоматериалов.

12.1.4 Вопрос 4: Насколько важны организации в выборе участка проекта восстановления?

Обновление организаций, политики и правовых норм является крайне важным. Примерами могут быть распределение воды, ответственность за эксплуатацию и техническое обслуживание восстановленных внутрихозяйственных и межхозяйственных сооружений; финансирование эксплуатации и техобслуживания; отведение дренажных вод; отчетность и взыскание штрафов в случае невыполнения обязательств или нарушения соглашений; и наконец готовность к вовлечению фермеров в процессы принятия решений, управления и содержания. Если имеется веская причина для предположения, что существует значительное сопротивление изменению организационных механизмов в регионе, выбранном для восстановительных работ, должен быть выбран другой участок.

12.1.5 Вопрос 5: Должно ли быть выбрано более одного участка и должны ли они все иметь большие шансы на успех?

Не обязательно. Рекомендуются выбрать один участок, чтобы понять, что может быть сделано на физически более сложном участке, и где организационные структуры имеют больше перспектив. Это может быть место, где действуют ассоциации водопользователей и где фермеры сами проявляют желание содействовать улучшениям. Варьирование местных особенностей и физических условий может помочь как можно быстрее выяснить, что работает, а что нет. Условия для успеха маловероятно будут постоянными по всем крупным речным бассейнам.

12.1.6 Вопрос 6: Есть ли заранее установленный уровень, по достижении которого восстановление считается завершенным?

Даже сценарий крупных инвестиций предусматривает ремонт всего от 30 до 50 % системы горизонтального дренажа, что достаточно при условии, если только половина системы находится в неисправном состоянии. Наиболее вероятно, что любая часть системы дренажа, находящаяся в плохом рабочем состоянии, должна быть отремонтирована и улучшена до того, как можно было считать восстановление завершенным. Более того, поставщики таких услуг, как техническое содействие и консультации, должны быть привлечены для оказания помощи фермерам в использовании новых методов орошения и земледелия и в технических аспектах содержания восстановленной инфраструктуры. Если этого не достичь, инвестиции могут быть потрачены впустую.

В течение длительного времени потребуется поддержка, особенно если в будущем ожидается воздействие на продуктивность сельского хозяйства региона. Такое воздействие может оказать увеличение объема водопользования в Северном Афганистане, что может отразиться на водообеспеченности бассейна реки Амударья (Ahmud and Wasiq, 2004). Также изменение климата, которое, как ожидается, является причиной более жаркой и засушливой погоды в бассейне Аральского моря, может сказаться на задачах управления водой. Нормальное функционирование орошаемого земледелия в регионе можно определить по его устойчивости к изменениям. Цель восстановления должна заключаться в том, чтобы сделать эти системы и фермеров, которые живут в данной местности, устойчивыми к изменениям и способными справляться с ними.

12.1.7 Вопрос 7: Будут ли финансовые организации инвестировать в восстановление систем дренажа, не имея представления о том, является ли проект экономически жизнеспособным или нет?

Ранее несколько раз были приведены доводы в пользу вмешательства. По подсчетам, с 1975 года (главным образом с 1991 г.) в Центрально-Азиатских республиках было проведено 140 исследований по дренажу, борьбе с засолением и орошению (д-р Риен Бос в неопубликованной записке для ИПТРИД), 22 из которых затронули экономические аспекты дренажа. Пока финансирование для восстановительных работ не открыто. Перед финансовыми агентствами возникает головоломка, когда очень многое одновременно делается неправильно. Данный отчет поддерживает комплексный подход при восстановлении ирригационной и дренажной инфраструктуры, внедрение передовых методов орошения и агротехники (включая новые схемы размещения сельхозкультур) и организационные изменения.

Это сложный вопрос и никто не может быть уверенным в успехе, не говоря уже о положительной чистой приведенной стоимости инвестиций в краткосрочном плане. Однако бездействие не является решением. Система будет ухудшаться и дальше, и существование более 20 млн. жителей находится под вопросом.

Первая фаза восстановительных работ в некоторых районах может быть осуществлена в относительно малых масштабах нескольких районов (порядка 25–30 тыс. га по каждому району), после чего во второй фазе проекта будет осуществлено восстановление большего количества зон с такой же площадью.

Применение термина «пилотное исследование» к ограниченному масштабу прежде всего не означает недостаточное понимание основных принципов ирригации и дренажа в бассейне Аральского моря. Намного больше уже известно, чем остается неизвестным. Например, в публикации ФАО №61 по ирригации и дренажу (2002) рассматриваются исключительно лучшие методы управления сельскохозяйственными дренажными водами в аридных и полуаридных зонах. В ней описаны различные физические и нефизические варианты управления минерализованными дренажными водами, включая выдачу дренажных лицензий, которая, например, стала довольно успешной в Австралии и т.д. Утверждается, что некоторые аспекты мобилизации солей в почвах, охваченных вертикальным и горизонтальным дренажом, все еще требуют более детального изучения, особенно где имеет место глубокое заложение дренажа широкое междуренье. Однако даже по данному вопросу имеется большое количество информации из исследований, проведенных в других странах (например, Kelleners, 2001, кто провел полевые исследования в Пакистане, а также из Индии и Египта, которые имеют многолетний опыт по дренажу). Чего не хватает, так это применения этих накопленных знаний в бассейне Аральского моря. Это то, чем занимается данный проект.

В результате предыдущей дискуссии можно вывести пять принципов решения:

- Участки, выбранные для проектов восстановления, должны иметь наибольшую вероятность успеха.
- Восстановление дренажа является частью комплекса мер воздействия, ведущих к интегрированному управлению водными ресурсами, и включающих институциональное укрепление, развитие потенциала и проведение прикладных исследований.
- Деградация ресурсов будет продолжаться во многих районах, где проекты восстановления еще не были начаты.
- Альтернативные средства к существованию и занятость вне сельского хозяйства остаются важными для пострадавших фермеров.
- Суть формулировки проекта заключается в применении накопленных знаний.

Учитывая то, что должно и может быть сделано, были подготовлены три проектных предложения в форме концепций и представлены в последней части данного отчета. Осуществление всех трех предложений затронет проблемы только на малой части бассейна Аральского моря – «верхушка айсберга» – но это может дать людям, живущим там, надежду на лучшее будущее.

ЧАСТЬ 3

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ПРОЕКТНЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

13. ПРОЕКТНЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ-КОНЦЕПЦИИ

1-е проектное предложение – концепция по БАМ

- **Наименование проекта:** Улучшение ирригационной и дренажной инфраструктуры в Бухарской области
- **Предварительный бюджет и продолжительность:** 10 млн. долл. США, 5 лет
- **Потенциальный донор:** Всемирный банк
- **Потенциальные партнеры:** НИЦ МКВК, Институт Гидрологии Валингфорда, Центр Брейса по управлению водой, Алтерра-ИЛРИ, Вотер Вотч
- **Координатор:**
- **Связь с другими проектами Всемирного банка:**

Суть проблемы и почему это актуально

Бухарская область площадью 274 000 га и с 12 районами расположена на правом берегу реки Амударья в Узбекистане. Большая часть ее сельхозугодий находится в ужасном состоянии. Низкая интенсивность дренажной сети способствовала подтоплению примерно одной четверти площади, а около 40 % орошаемых земель средне и сильно засолены. По информации, собранной в ходе проекта IPTRID, большая часть вертикального дренажа также находится в плохом рабочем состоянии, частично из-за нехватки запасных частей. Минерализация оросительной воды увеличилась за последние тридцать лет и содержание солей в настоящий момент составляет около 1,2 г/л.

Пока большая часть инфраструктуры не будет восстановлена и реабилитирована, все больше и больше орошаемых земель в Бухаре будет выводиться из обращения ежегодно из-за полного отказа дренажной системы. Согласно данным НИЦ, имеющиеся коллекторы старые, и площадь без надлежащего дренажа увеличится до 60 000 гектаров, даже если ремонт будет выполнен по стандартам. Однако при текущих снижающихся объемах ремонта недренируемые площади вырастут до 130 000 гектаров, что в значительной степени обострит проблемы с засолением и заболачиванием. Если все ремонтные работы будут остановлены на землях с закрытым и вертикальным дренажом и сокращены до 30 % на землях с открытым дренажем, то ожидается, что вся пахотная площадь станет сильно засоленной к 2025 году. Поэтому все орошаемые земли в Бухаре нуждаются в дренаже и в настоящий момент необходимо дополнительно установить дренаж на 60 000 гектарах, что является более дорогостоящим, чем реабилитация существующей системы. Кроме того, системы горизонтального дренажа в Бухарской области проектировались с учетом выращивания хлопка. Если есть планы на выращивание других сельхозкультур, например пшеницы, то система, вероятно, не будет совершенно не соответствовать требованиям.

Предлагаемый проект, связанный с решением проблем дренажа в области, будет дорогостоящим, так как он включает в себя большой компонент строительных работ. Восстановление инфраструктуры в Узбекистане может стоить почти 250 долл. США/га и проект ставит своей целью восстановить 40 000 га земли. Ожидается, что восстановление части выбранной площади может быть осуществлено по сниженной стоимости. В конце проекта 40 000 гектаров, или почти 15 % орошаемой земли, будут полностью пригодными к эксплуатации и в полной степени продуктивными.

Выполнение проекта будет зависеть от прямого определенного обязательства со стороны Правительства Узбекистана поддержать необходимые институциональные изменения, требуемые для успеха проекта. Другим условием может быть требование, чтобы проектом руководила иностранная инженерно-конструкторская компания, которая могла бы заключить субпод-

ряд с местными организациями, если необходимо. Предлагается выполнять проект в две фазы, с первой фазой, максимальной продолжительностью один год, для тщательного выбора участка и субподрядчика. Если возможно, проект должен осуществляться на участках, где вертикальный и горизонтальный дренаж могут хорошо дополнять друг друга.

Цели, задачи и работы

Цель: повысить продуктивность орошаемого земледелия в бассейне Аральского моря.

Задачи

- а. Улучшить существующую ирригационную и дренажную инфраструктуру на 80 000 гектарах земли.
- б. Сбалансировать подачу и требования на оросительную воду и, следовательно, сократить дренажный сток.
- в. Стимулировать локальное повторное использование дренажных вод.
- г. Уменьшить засоление почв.
- д. Повысить жизненный уровень фермеров в отобранных областях.

Работы

- а. Очистить магистральные коллектора и восстановить их поперечные профили и откосы до проектных величин.
- б. Отремонтировать горизонтальные внутрихозяйственные открытые и закрытые дренажи на отобранных участках и, где необходимо, усилить дренажную сеть.
- в. Отремонтировать сооружения вертикального дренажа отобранных участков до их первоначальной конструкции и, где необходимо, усилить сеть вертикальных дренажей.
- г. Улучшить подачу и распределение воды на орошение.
- д. Уменьшить засоление почвы на отобранных участках с помощью подходящих методов промывки.
- е. Повысить потенциал фермеров в производстве товарных сельхозкультур, включая новые виды и/или сорта сельхозкультур, путем внедрения новых агротехнических методов и обучения фермеров этим методам.
- ж. Нарастивать потенциал организаций для управления и обслуживания ирригационной и дренажной инфраструктуры и обеспечения необходимых услуг фермерам.
- з. Стимулировать развитие ассоциаций водопользователей и укреплять их возможности в содержании и эксплуатации внутрихозяйственными ирригационными и дренажными средствами.
- и. Стимулировать развитие частных поставщиков услуг для оказания помощи фермерам в эксплуатации и техобслуживании (Э&Т) инфраструктуры и в развитии подходящих методов агротехники и управления водой.
- к. Вовлечь все заинтересованные стороны в разработку соответствующих положений и политики по улучшению орошаемого земледелия в отобранной области, путем введения благоприятной политики и нормативов, направленных на предотвращение избыточных поливов, путем уменьшения засоленности почвы и стимулирования локального повторного использования дренажных вод и введения новых сельхозкультур и маркетинговых средств.
- л. Проводить мониторинг действия различных мероприятий по использованию оросительной воды, дренажного стока и солевого баланса, а также на урожайность и доходы семей.

Затраты и управление проектом

Затраты

- а. Субподрядчики для очистки и улучшения магистральных коллекторов.
- б. Оборудование и запасные части, например, промывочная техника и насосы для очистки и восстановления закрытых и вертикальных дрен.
- в. Лазерные планировщики для выравнивания фермерских полей.
- г. Инструкторы и координаторы для обучения и помощи фермерам в восстановлении, обслуживании и эксплуатации дренажных и ирригационных сооружений.
- д. Эксперты по наращиванию потенциала для усиления требуемых организаций и поставщиков услуг.
- е. Инженеры-ирригаторы для составления новых графиков подачи и распределения воды и контроля за их введением, а также вместе с экономистами проекта для осуществления мониторинга продуктивности использованной и отведенной воды.
- ж. Измерительная аппаратура для контроля за ирригационным и дренажным стоком, качеством воды и уровнем засоленности почвы.
- з. Агрономы для помощи фермерам с введением новых сельскохозяйственных культур и сортов.
- и. Социологи для стимулирования и ориентирования фермеров при создании ассоциаций водопользователей и оценки изменений уровня жизни в результате интервенций проекта.
- к. Экономист для оценки изменений продуктивности сельского хозяйства и оценки потребности в развитии рынка.
- л. Менеджер проекта для координации различных работ.

Управление проектом: вопрос решается

Результаты, бенефициарии и воздействие

Результаты

- а. Протяженность очищенных и восстановленных магистральных коллекторов.
- б. Протяженность открытых и закрытых дрен, приведенных в полное рабочее состояние.
- в. Насосы и вертикальные дрен, приведенные в полное рабочее состояние.
- г. Площади орошаемых земель, которые были выровнены с применением лазерной планировки.
- д. Объем дренажных вод, которые локально повторно используются на фоне сбрасываемого дренажного стока в магистральные коллектора.
- е. Созданные ассоциации водопользователей.
- ж. Высокий процент сбора платежей или некоторой другой меры успеха ассоциаций водопользователей.
- з. Фермеры, обученные эксплуатации и техническому обслуживанию дренажной и ирригационной инфраструктуры.
- и. Организации и поставщики услуг, способные осуществлять эксплуатацию и техобслуживание восстановленной инфраструктуры, обеспечивая необходимый контроль эксплуатации и техобслуживания, выполняемых другими, включая фермеров.
- к. Площади орошаемых земель под новыми сельхозкультурами.
- л. Увеличение урожайности в измеримом объеме.
- м. Уменьшение засоленности почвы.
- н. Увеличение сельских доходов.

Бенефициарии

- а. Сельское население, особенно фермеры в отобранных районах, в результате возросших доходов домохозяйств, лучшего питания и более высокого потребления калорий.

- б. Городское население, вследствие наличия большого разнообразия сельхозкультур и сортов по разумным ценам.
- в. Водопользователи нижнего течения, вследствие более низкого содержания солей в дренажных водах и, в конечном счете, в низовьях реки.

Воздействие

- а. Улучшение сельских заработков.
- б. Повышение продуктивности воды (более высокие КПД орошения и меньшая трата воды) в отобранных районах.
- в. Восстановление ирригационной и дренажной инфраструктуры и улучшение ее эксплуатации и техобслуживания.
- г. Сокращение содержания солей в нижнем течении реки.
- д. Повышение устойчивости орошаемого земледелия в БАМ.

2-е проектное предложение – концепция по БАМ

- **Наименование проекта:** Сокращение дренажного стока и увеличение повторного использования дренажных вод в Кыргызстане
- **Предварительный бюджет и продолжительность:** 3 млн. долл. США, 3 года
- **Потенциальный донор:** Всемирный банк
- **Потенциальные партнеры:** НИЦ МКВК, Институт Гидрологии Валингфорда, Центр Брейса по управлению водой, Алтерра-ИЛРИ, Вотер Вотч
- **Координатор:**
- **Связь с другими проектами Всемирного банка:**

Суть проблемы и почему это актуально

В Кыргызстане сельское население составляет более 60%⁷ от общей численности, это самый высокий процент из пяти стран БАМ. Также Кыргызстан является одной из самых небольших стран с населением 5 миллионов человек. Она имеет второй наименьший валовой национальный доход на душу населения (280 долларов США) и намного ниже прямых иностранных инвестиций (5 млн.долл.США/год в 2002 г.). Сельское хозяйство составляет большую часть в ВВП Кыргызстана (38 %) по сравнению с другими странами БАМ, и даже более высокий процент его населения зависит от сельского хозяйства. Все это указывает на важность сохранения сельскохозяйственного производства в будущем. Однако около 80 000 гектаров земли, или более 7 % от общей площади, стали непригодными для культивирования вследствие сильного засоления и заболачивания. Остальные фермеры не могут достичь своего полного потенциала из-за неблагоприятных условий засолением и подтопления.

Из-за геологических и гидрологических условий верхней части бассейна Сырдарьи, река функционирует как региональная дрена. Так как в регионе нет впадин или понижений, которые могли бы служить испарительными бассейнами региона, большая часть коллекторно-дренажного стока со своей минерализацией вынужденно возвращается в русло реки. Ежегодный перенос солей в этой части реки оценивается в 15 млн. тонн. В результате минерализация воды реки достигает 0,9-1,2 г/л на периферийных станциях (т.е. водохранилищах для выработки гидроэлектроэнергии) при переходе между верхними и средними участками реки Сырдарьи. Уровни минерализации оросительной воды вплоть до 1,2 г/л (что эквивалентно электрической проводимости воды немного меньше, чем 2 dS/м) не вредны для производства большинства сельскохозяйственных культур. Тем не менее, нет необходимости в подобных уровнях минера-

⁷ В оригинале допущена ошибка - указано 38 % - прим. переводчика

лизации в верхнем течении реки. По всей протяженности реки, часть дренажного стока возвращается обратно в русло реки, и его суммарное действие на орошаемое земледелие в средних и нижних участках речного бассейна оказывается поистине разрушительным.

Поэтому самым высокоприоритетным действием в верховьях Сырдарьи должен стать контроль за качеством речной воды за счет сокращения дренажных стоков. Это должно быть сделано путем уменьшения объема воды, подаваемой на единицу площади и развития крупномасштабного повторного использования дренажных вод в районе их источников, а не позволять дренажным водам переноситься вниз по реке.

Планируется выборочное восстановление магистральных и второстепенных коллекторов и, по мере необходимости на уровне хозяйств, открытого и закрытого дренажа. Также необходимо будет укрепить внутрихозяйственную дренажную сеть и связать ее с ирригационной сетью, таким образом, делая возможным повторное использование дренажной воды. Предполагаемые бюджетные требования для таких усовершенствований для Кыргызстана находятся в пределах 50-100 долл. США на гектар. Цель проекта состоит в реабилитации приблизительно 30 000 гектаров орошаемых земель с тем, чтобы можно было использовать их полную продуктивность. Строительный компонент проекта составляет большую часть расходов по проекту. Выполнение проекта будет зависеть от прямого обязательства со стороны Правительства Кыргызстана поддержать необходимые институциональные изменения, требуемые для успеха проекта. Желательно заключить контракт с иностранной инженерно-конструкторской компанией по руководству проектом с выполнением проекта местными, заслуживающими доверия, субподрядчиками. Предложенный проект может быть выполнен в двух фазах, с первой фазой, продолжительностью максимум шесть месяцев, для тщательного выбора участка и подрядчика.

Цели, задачи и работы

Цель: улучшение продуктивности орошаемого земледелия в бассейне Аральского моря.

Задачи

- а. Улучшить существующую ирригационную и дренажную инфраструктуру.
- б. Сбалансировать подачу и требования на оросительную воду и, следовательно, сократить дренажный сток.
- в. Стимулировать и содействовать локальному повторному использованию дренажных вод.
- г. Инициировать процедуры мониторинга для гарантии постоянного повторного использования дренажных вод и уменьшения в максимально возможной степени сбросов дренажных стоков в реку Сырдарья.
- д. Уменьшить засоление почвы.
- е. Повысить жизненный уровень фермеров в отобранных областях.

Работы

- а. Очистить магистральные коллектора и восстановить их поперечные профили и откосы до проектных величин.
- б. Отремонтировать горизонтальные внутрихозяйственные открытые и закрытые дрены на отобранных участках и, где необходимо, усилить дренажную сеть.
- в. Увязать дренажные и оросительные сети для расширения возможностей повторного использования дренажных вод.
- г. Улучшить подачу и распределение воды на орошение.
- д. Уменьшить засоление почвы на отобранных участках с помощью подходящих методов промывки.
- е. Ввести в практику и обучить фермеров использованию передовых агротехнических методов, включая новых сельхозкультуры и/или сорта.

- ж. Стимулировать развитие ассоциаций водопользователей и укреплять их возможности в содержании и эксплуатации внутрихозяйственными ирригационными и дренажными средствами.
- з. Стимулировать развитие частных поставщиков услуг для оказания помощи фермерам в эксплуатации и техобслуживании инфраструктуры и в развитии подходящих методов агротехники и управления водой.
- и. Вовлекать все заинтересованные стороны при разработке соответствующих положений и политики по улучшению орошаемого земледелия в отобранной области, путем введения благоприятной политики и нормативов, направленных на предотвращение избыточных поливов, путем уменьшения засоленности почвы и стимулирования локального повторного использования дренажных вод и введения новых сельхозкультур и маркетинговых средств. Сюда входит введение штрафов за нарушение согласованных лимитов сброса минерализованных и дренажных вод в русло реки.
- к. Проводить мониторинг действия различных мероприятий по использованию оросительной воды, дренажного стока, повторному использованию дренажных вод и солевому балансу, а также на урожайность и доходы семей.

Затраты и управление проектом

Затраты

- а. Подрядчики для очистки и улучшения магистральных коллекторов.
- б. Оборудование и запасные части, например, промывочная техника и насосы, для очистки и восстановления закрытых и вертикальных дрен.
- в. Лазерные планировщики для выравнивания фермерских полей.
- г. Инструкторы и координаторы для обучения и помощи фермерам в восстановлении, обслуживании и эксплуатации дренажных и ирригационных сооружений.
- д. Инженеры-ирригаторы для составления новых графиков подачи и распределения воды и руководств по локальному повторному использованию дренажных вод и контроля за их введением; а также вместе с экономистами проекта для осуществления мониторинга продуктивности использованной и отведенной воды.
- е. Измерительная аппаратура для контроля за ирригационным и дренажным стоком, качеством воды и уровнем засоленности почвы.
- ж. Агрономы для помощи фермерам с введением новых сельскохозяйственных культур и сортов.
- з. Социологи для стимулирования и ориентирования фермеров при создании ассоциаций водопользователей и оценки изменений уровня жизни в результате интервенций проекта.
- и. Экономист для оценки изменений продуктивности сельского хозяйства и оценки потребности в развитии рынка.
- к. Менеджер проекта для координации различных работ.

Управление проектом: вопрос решается

Результаты, бенефициарии и воздействие

Результаты

- а. Протяженность очищенных и восстановленных магистральных коллекторов.
- б. Протяженность открытых и закрытых дрен, приведенных в полное рабочее состояние.
- в. Увеличение повторного использования дренажных вод и, одновременное снижение объемов дренажного стока, сбрасываемого в реку.
- г. Улучшенные графики водоподдачи и водораспределения.
- д. Площади земель, спланированных с применением лазерной планировки.
- е. Созданные ассоциации водопользователей.

- ж. Высокий процент сбора платежей или некоторого другого критерия успеха ассоциаций водопользователей.
- з. Фермеры, обученные эксплуатации и техническому обслуживанию инфраструктуры дренажа и ирригации.
- и. Площади под посевами новыми сельхозкультурами.
- к. Рост урожайности.
- л. Уменьшение засоленности почвы.
- м. Увеличение сельских доходов.

Бенефициарии

- а. Сельское население, особенно фермеры в отобранных районах, в результате возросших доходов домохозяйств, лучшего питания и более высокого потребления калорий.
- б. Городское население, вследствие наличия большего разнообразия сельхозкультур и сортов.
- в. Водопользователи нижнего течения, вследствие более низкого содержания солей в дренажных водах и, в конечном счете, в низовьях реки.

Воздействие

- а. Улучшение сельских заработков.
- б. Повышение продуктивности воды (более высокие КПД орошения и меньшая трата воды) в отобранных районах.
- в. Восстановление дренажной инфраструктуры
- г. Сокращение содержания солей в нижнем течении реки.
- д. Повышение устойчивости орошаемого земледелия в БАМ.

3-е проектное предложение – концепция по БАМ

- **Наименование проекта:** Сокращение дренажного стока в озеро Сарыкамыш на севере Туркменистана
- **Предварительный бюджет и продолжительность:** 12,5 млн. долл. США, 5 лет
- **Потенциальный донор:** Всемирный банк
- **Потенциальные партнер:** НИЦ МКВК, Институт гидрологии Валингфорда, Центр Брейса по управлению водой, Алтерра-ИЛРИ, Вотер Вотч
- **Координатор:**
- **Связь с другими проектами Всемирного банка:**

Суть проблемы и почему это актуально

Озеро Сарыкамыш является самым большим озером-приемником дренажных вод в БАМ. Оно расположено в Туркмении около границы с Узбекистаном, на левом берегу реки Амударьи. Оно собирает дренажные воды приблизительно с 500 000 гектаров орошаемых земель Хорезмской (Узбекистан) и Дашховузской (Туркмения) областях, на которых выращивается хлопок. В период с 1971 и 1985 гг. уровень воды в озере поднялся на 35 метров и площадь его водной поверхности увеличилась с 1020 до 2900 км². В настоящее время приток в озеро и испарение по-видимому сбалансированы. Из 7,6 км³ воды, забираемой на орошение в этих двух областях, 2,2 км³ поступает в виде дренажных вод в озеро.

Более 170 000 гектаров орошаемых земель имеют уровень грунтовых вод менее одного метра от поверхности земли, и в 2002 году приблизительно половина земель в Хорезмской области была умеренно и сильно засолена, остальные земли слабо засоленные. В 1994 году урожайность хлопка составила около 3 тонн/га, а к 2003 году она постепенно уменьшилась до

1,6 тонн/га. С 1991 года ремонтные работы на коллекторах в Хорезме почти прекратились. Пока большая часть дренажной системы не будет восстановлена и реабилитирована, все больше орошаемых земель в Хорезме и Дашховузе будут выводиться из оборота.

В отношении этой, вызывающей тревогу ситуации, можно было бы осуществить два мероприятия. Во-первых, необходимо понизить уровень воды в озере, выкопав канал протяженностью приблизительно 280 км к Аральскому морю. Понижение уровня воды в озере Сарыкамыш улучшило бы гидравлический градиент в дренажной системе и, таким образом, улучшило бы дренирование и понизило бы горизонты грунтовых вод на орошаемых землях. Второе состоит в улучшении управления водой в орошаемых зонах, предотвращая избыточные поливы; стимулировании повторного использования дренажных вод и, таким образом, сокращении сбросов в озеро. Со временем уровень воды в озере начал бы понижаться и гидравлический градиент в дренажной системе улучшился бы.

В принципе, выбор между этими двумя вариантами должен быть продиктован анализом затрат-выгод в обоих вариантах. Однако экологические выгоды от увеличения общего притока в Аральское море (его западную часть) трудно определить количественно. Кроме того, канал должен быть полностью построен прежде, чем последуют какие-либо выгоды от инвестиций, тогда как второй вариант может быть выполнен постепенно. Проектное предложение предполагает, что второй вариант является предпочтительным.

Предполагаемые необходимые средства для восстановления составляют более 200 долл. США на гектар для Узбекистана и более 100 долл. США/га для Туркменистана. Допуская, что средняя стоимость равна 200 долл. США/га, полные расходы для этих двух областей составили бы около 100 миллионов долларов США. Учитывая, что общие экономические потери для БАМ оцениваются, по меньшей мере, в 1.4 млрд. долл.США в год, инвестиции в размере 100 миллионов долларов США, возможно, становятся допустимыми. Тем не менее, это проектное предложение поддерживает меньший и приростной подход. Разумно предположить, что восстановление некоторой части орошаемых земель, где инфраструктура ирригации и дренажа не полностью выведена из строя, может быть достигнуто с меньшими затратами, чем 200 долл. США/га. Цель проекта состоит в том, чтобы иметь в конце пятилетнего проекта приблизительно 80 000 гектаров или 16 % полностью действующих орошаемых земель в этих двух областях. Участки для восстановления должны быть тщательно отобраны для вероятного успеха. Выполнение проекта будет зависеть от прямого обязательства со стороны Правительств Узбекистана и Туркменистана поддержать необходимые институциональные изменения, требуемые для успеха проекта. Желательно заключить контракт с иностранной инженерно-конструкторской компанией по руководству проектом с выполнением проекта местными, заслуживающими доверия, субподрядчиками. Предложенный проект может быть выполнен в двух фазах, с первой фазой, максимальной продолжительностью один год, для тщательного выбора участка и подрядчика.

Цели, задачи и работы

Цель: улучшить продуктивность орошаемого земледелия в Бассейне Аральского моря.

Задачи:

- а. Улучшить существующую инфраструктуру ирригации и дренажа на 80 000 гектарах земли.
- б. Сбалансировать подачу и требования на оросительную воду и, следовательно, сократить дренажный сток.
- в. Стимулировать локальное повторное использование дренажных вод.
- г. Уменьшить засоление почв.
- д. Повысить жизненный уровень фермеров в отобранных областях.

Работы:

- а. Очистить магистральные коллектора и восстановить их поперечные профили и откосы до проектных величин.
- б. Отремонтировать горизонтальные внутрихозяйственные открытые и закрытые дренажи на отобранных участках и, где необходимо, усилить дренажную сеть.
- в. Облицевать каналы, где происходит сильная утечка воды.
- г. Улучшить подачу и распределение воды на орошение.
- д. Уменьшить засоление почвы на отобранных участках с помощью подходящих методов промывки.
- е. Ввести в практику и обучить фермеров использованию передовых агротехнических методов, включая новых сельскохозяйственных культур и/или сорта.
- ж. Стимулировать развитие ассоциаций водопользователей и укреплять их возможности в содержании и эксплуатации внутрихозяйственными ирригационными и дренажными средствами.
- з. Стимулировать развитие частных поставщиков услуг и укреплять существующие организации для оказания помощи фермерам в эксплуатации и техобслуживании инфраструктуры и в развитии подходящих методов агротехники и управления водой.
- и. Вовлекать все заинтересованные стороны при разработке соответствующих положений и политики по улучшению орошаемого земледелия в отобранной области, путем введения благоприятной политики и нормативов, направленных на предотвращение избыточных поливов, путем уменьшения засоленности почвы и стимулирования локального повторного использования дренажных вод и введения новых сельскохозяйственных культур и маркетинговых средств.
- к. Проводить мониторинг действия различных мероприятий по использованию оросительной воды, дренажного стока, по его локальному повторному использованию на уровень воды в озере Сарыкамыш, а также на урожайность и доходы семей.

Затраты и управление проектом**Затраты:**

- а. Подрядчики для очистки магистральных коллекторов и усиления, где необходимо, дренажной сети.
- б. Оборудование и запасные части, например, промывочная техника и насосы для очистки и восстановления закрытых и вертикальных дренажей.
- в. Лазерные планировщики для выравнивания фермерских полей.
- г. Инструкторы и координаторы для обучения и помощи фермерам в восстановлении, обслуживании и эксплуатации дренажных и ирригационных сооружений.
- д. Эксперты по развитию потенциала для помощи в создании и укреплении соответствующих организаций и поставщиков услуг.
- е. Инженеры-ирригаторы для составления новых графиков подачи и распределения воды и контроля за их введением, а также вместе с экономистами проекта для осуществления мониторинга продуктивности использованной и отведенной воды.
- ж. Измерительная аппаратура для контроля за ирригационным и дренажным стоком, качеством воды и уровнем засоленности почвы.
- з. Агрономы для помощи фермерам с введением новых сельскохозяйственных культур и сортов.
- и. Социологи для стимулирования и ориентирования фермеров при создании ассоциаций водопользователей и оценки изменений уровня жизни в результате интервенций проекта.
- к. Экономист для оценки изменений продуктивности сельского хозяйства и оценки потребности в развитии рынка.
- л. Менеджер проекта для координации различных работ.

Управление проектом: вопрос решается

Результаты, бенефициарии и воздействие

Результаты

- а. Протяженность очищенных и восстановленных магистральных коллекторов.
- б. Протяженность открытых и закрытых дрен, приведенных в полное рабочее состояние.
- в. Площади земель, которые были выровнены с применением лазерной планировки.
- г. Объем дренажных вод, которые локально повторно используются на фоне сбрасываемого дренажного стока в магистральные коллектора.
- д. Созданные ассоциации водопользователей.
- е. Высокий процент сбора платежей или некоторой другой меры успеха ассоциаций водопользователей.
- ж. Фермеры, обученные эксплуатации и техническому обслуживанию инфраструктуры дренажа и ирригации.
- з. Площади земель, засеянные новыми сельхозкультурами.
- и. Рост урожайности.
- к. Уменьшение засоленности почвы.
- л. Понижение уровня озера
- м. Увеличение сельских доходов.

Бенефициарии

- а. Сельское население, особенно фермеры в отобранных районах, в результате возросших доходов домохозяйств, лучшего питания и более высокого потребления калорий.
- б. Городское население, вследствие наличия большего разнообразия сельхозкультур и сортов.
- в. Фермеры из других неотобранных районов, вследствие повсеместного улучшения дренажных стоков.

Воздействие

- а. Улучшение сельских заработков.
- б. Повышение продуктивности воды (более высокие КПД орошения и меньшая трата воды) в отобранных зонах.
- в. Восстановление дренажной инфраструктуры.
- г. Сокращение сброса дренажных вод в озеро и повсеместное улучшение дренажной ситуации.
- д. Повышение устойчивости орошаемого земледелия в БАМ.

14. ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Ahmad, Masood & Wasiq, Mahwash** 2004. *Water resources development in Northern Afghanistan and its implications for Amu Darya basin*. World Bank Working paper #36, World Bank, Washington, D.C.
- Bastiaanssen, W.G.M., Menenti, M., Feddes, R.A. & Holtslag, A.A.M.** 1998a. A remote sensing Surface Energy Balance Algorithm for Land (SEBAL), Part 1: formulation, *Journal of Hydrology*, pp. 212-213: pp. 198-212.
- Bastiaanssen, W.G.M., Pelgrum, H., Wang, J., Ma, Y., Moreno, J., Roerink, G.J. & T. van der Wal** 1998b. The Surface Energy Balance Algorithm for Land (SEBAL): Part 2 validation, *Journal of Hydrology* vol. pp. 212-213 and 213-229.
- Bucknall, J., Klytchnikova, I., Lampietti, J., Lundell, M., Scatasta, M. & Thurman, M.** 2003. *Irrigation in Central Asia: social, economic and environmental considerations*. Europe and Central Asia Region. Environmentally and Socially Sustainable Development. World Bank, Washington, D.C., USA.
- Dinar, A., Rhoades, J.P., Nash, P., & Waggoner, B.L.** 1991. Production functions relating crop yield, water quality and quantity, soil salinity and drainage volume. *Agricultural Water Management* 10:51-66
- Dixon, J. & Gulliver, A. with Gibbon, D.** 2001. *Farming systems and poverty: improving farmers' livelihoods in a changing world*. FAO and World Bank, Rome and Washington DC FAO, 1977. *Crop water requirements*, by J. Doorenbos and W.O. Pruitt. FAO Irrigation and Drainage Paper No.24. FAO, Rome, Italy
- FAO**, 1986. *Yield response to water* by J. Doorenbos, A.H. Kassam, C.L.M. Bentvelsen, V. Branscheid, J.M.G.A. Plusjé, M. Smith, G.O. Uittenbogaard & H.K. van der Wal. FAO Irrigation and Drainage Paper No.33, FAO, Rome, Italy
- FAO**, 2002. *Agricultural drainage water management in arid and semi-arid areas*; By K.K. Tanji and N.C. Kielen, Irrigation and Drainage Paper 61, FAO, Rome, Italy
- Fayziera, D.Kh. et al**, 2004. *Hydrosphere and health of population in the Aral Sea basin by in Environmental Health in Central Asia: present and future*. WIT Press, Southampton, Boston, USA.
- Haskoning**, 2002. for GEF Agency of the IFAS *Water and Environmental Management Project. Sub-component A1, National and Regional Water and Salt Management Plans*. Regional Report No.2, Phase III Report – Regional needs and Constraints, Main Report. Royal Haskoning, London, Nijmegen, the Netherlands
- IWMI**, 2002. *World Irrigation and Water Statistics*. IWMI, Colombo, Sri Lanka IMF, 2000. *Republic of Uzbekistan: recent economic developments*. Country Report N0 00/36. International Monetary Funds, Washington DC, USA
- Jansen, H.C.** 2004. *Main characteristics of groundwater hydrology related to salinization and drainage*. Alterra-ILRI, Wageningen, the Netherlands.
- Kelleners, T.J.** 2001. *Effluent salinity of pipe drains and tube wells: a study from the Indus Plain*. PhD dissertation Wageningen Agricultural university, Wageningen, the Netherlands

-
- Kijne, J.W.** 2003. *Water productivity under saline conditions*. In: *Water productivity in agriculture: limits and opportunities for improvements* (J.W. Kijne, R.Barker and D.Molden, eds.). pp. 89-102. CABI Publishing, Wallingford, UK
- Maas, E.V. & Hoffman, G.J.** 1977. Crop salt tolerance – current assessment. *ASCE Journal of Irrigation Drainage Division*. 103: 115-134
- Pearce, G.** 2004. *Overall irrigation water use efficiency in the Aral Sea Basin*. H.R. Wallingford, UK.
- Press, S. James & Tanur, Judith M.** 2001. *The subjectivity of scientists and the Bayesian approach*. Wiley-International, New York, USA
- НИЦ МКБК** 2004. *Дренаж в бассейне Аральского моря в направлении стратегии устойчивого развития*. Ташкент, Узбекистан
- Seckler, D.; Molden, D. & Sakthivadivel, R.** 2003. *The concept of efficiency in water-resources management and policy*. In: *Water productivity in agriculture: limits and opportunities for improvements* (J.W. Kijne, R.Barker and D.Molden, eds.). pp. 37-51. CABI Publishing, Wallingford, UK
- Smedema, L.** 2000. *Irrigation-induced river salinization: five major irrigated basins in the arid zone*. International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka
- Visvanatha, N.** 2004. Report on Drainage for Project *Towards a strategy for sustainable irrigated agriculture with feasible investment in drainage, Aral Sea Basin, Central Asia*. Brace Center for Water Management, McGill University, Canada.
- WaterWatch** 2004. *Detecting soil salinity changes in specific parts of the Aral Sea Basin from land-sat images*. Wageningen, the Netherlands.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ЗАМЕЧАНИЯ, ПОЛУЧЕННЫЕ ОТ КОМАНДЫ НИЦ МКВК

Следующие замечания были получены от команды НИЦ МКВК. Секретариат ИПТРИД исправил ошибки в данных и решил представить полную версию записки для читателей. В большинстве случаев, когда расхождения между этим Отчетом и данными НИЦ МКВК были слишком большими, Секретариат решил включить источник в Отчет, вместо того, чтобы изменять содержание текста. Предоставляем право читателям судить о характере данных расхождений.

От: НИЦ МКВК [dfa@icwc-aral.uz]

Дата: 11 марта 2005 г., 07:15

Кому: Махабир, Эдит (AGLW)

Тема: касательно Сводного отчета по бассейну Аральского моря

Уважаемый Карлос,

Приношу свои извинения за задержку с реакцией на СОБАМ, поскольку мы переводили часть текста для передачи его на рассмотрение экспертам.

Я согласен с Джефом Пирсом, что уровень технического содержания и попытки отчета Якоба вывести правильные идеи из большого объема материала, который был получен от нашей многонациональной команды исполнителей проекта (не будучи вовлеченным в дренажную ситуацию в Центральной Азии), довольно относительно.

Понятны сложности его задачи, когда в его распоряжении имелись отчеты таких уважаемых и хорошо известных организаций, как ВБ (Букман), GEF (Гасконинг) с односторонней информацией и очень усложненные и иногда противоречивые отчеты по нашим проектам, в которых местная команда собрала данные и представила свой собственный взгляд на фактическое мелиоративное состояние с обзором, сделанным иностранными консультантами. Гарри Денеке, который работает в регионе почти 8 лет, имел правильное представление о составе нашей работы, но, к сожалению, по неизвестным для нас причинам, он не смог придать ему окончательную форму и помочь бассейну Аральского моря в продвижении работ по улучшению дренажной обстановки. Он также не смог разрешить некоторое непонимание, возникшее между местными специалистами и некоторыми из наших иностранных консультантов (Х.К. Янсен, Э. Нордман), которые подверглись большой критике на нашей конференции.

Следует отдать должное г-ну Кийне за его стремление определить реальную ситуацию и завершить отчет ФАО. Во всяком случае, он создал надлежащую основу для дебатов между заинтересованными сторонами (как отмечалось в письме Джефа) даже без правильного понимания ситуации.

Данный отчет можно поделить на три части:

- принципиальные положения, принятые в качестве основы;
- текст отчета по их развитию;
- основа для обсуждений (часть 12), предложение и результат.

Лично я, как специалист по дренажу, который посвятил этой проблеме в Центральной Азии 45 лет своей жизни и деятельности, не имею возражений почти по всем принципиальным высказываниям, но я не могу согласиться с большей частью его отчета, которая находится якобы в их подтверждение.

Кроме того, если мы должны учитывать положения в рамках как заключение, мы должны принять их по большей части, а если нет, то где заключения? Часть 12 – это «переговоры» Кийна с авторами как состав возможного заключения, но не все результаты данного упражнения не являются достаточно верными⁸. Рассмотрим их

Вопрос 1 – нет ответа

Вопрос 2 – ответ был дан в нашем отчете, п.6.1 и 6.2.1, где утверждалось, что выбор объема и приоритетности восстановления внутри области должен быть сделан на основе сравнительного анализа и моделирования различных частей областей и разного состава работ. В частности, по Бухарской области было рекомендовано брать не всю область, а территорию III группы (часть Бухарского и Пешкунского района) площадью 52700 га. Таким образом, наше мнение более менее одинаковое.

Вопрос 3 – ответ правильный, но решение зависит от степени социально-демографической ситуации. Изъятие земель из сельскохозяйственного производства возможно в Каракалпакстане, но в Ферганской долине с высоким демографическим давлением такое решение полностью непригодно.

Вопросы 4, 5, 6, 7 – согласен.

Однако есть один очень сильный недостаток заключения (после вопросов): оно игнорирует наши сценарии будущего развития. Мы (глава 6.1.5) предложили 5 сценариев, из которых только пятый сценарий предусматривает полное восстановление – другие ориентированы на разную степень ремонта и поддержания сети, но не на капитальные работы. Такое предложение исходит из неспособности государств вкладывать крупные инвестиции в дренаж.

В отчете также не учтены другие рекомендации, которые были даны в наших отчетах, такие как выводы и рекомендации Международной Конференции, проведенной 10-13 марта 2004 года с участием большой команды местных и иностранных участников проекта. Таким образом, наши предложения (согласованные с г-ном Гарри Денеке) о будущих проектах были направлены на самые важные из них: развитие потенциала местных гидромелиоративных организаций и ремонтных подразделений. Я поддерживаю вывод о необходимости первого проекта для Бухары. Два других проекта не были сформулированы в правильной форме.

Проектное предложение 2 – включая дренажный сток и повышение повторного использования дренажных вод в Кыргызстане, имеет смысл в отношении местных, но не типичных условий бассейна Аральского моря. Предлагаемый проект не повлияет на качество воды в реке.

Проектное предложение 3 должно быть обсуждено, поскольку мы имеем некоторые отличия в подходе: в нашем предложении мы затронули более широкую область вопросов, связанных не только с проблемой озера Сарыкамыш, а также с организацией управления возвратными водами по всему бассейну Амударьи. Я считаю, что совместная работа может объединить наше предложение с предложением Якоба.

Складывается впечатление, что Якоб сконцентрировал свое внимание на данных и видении иностранных специалистов и проигнорировал большое множество местных отчетов. Если бы он это сделал, он бы смог избежать многих ошибок, которые он сделал в тексте на основе

⁸ Имеется в виду перечень вопросов, названных автором «Критические вопросы»

своих заключений, Букмана и других. Замечания моей команды, которые в основном относились к тексту отчета между рамками, приведены в приложении. Некоторые выдержки из отчета Янсена (стр. 12-15) указывают на неверное понимание реальной ситуации в бассейне Аральского моря, который разделен на несколько основных зон: зона естественной дренированности, зона естественной дренированности, которая не подлежит орошению, и зона соленакопления, имеющего место даже без орошения.

Более того, эти две зоны имеют разные природные условия: в Хорезме, например, с песчаными грунтами и легкими суглинками, глубина заложения дренажа 2.2 м считается очень большой, а в Голодной степи с высоким капиллярным подъемом у лессовых грунтов, необходимая глубина дренажа составляет не менее 3 м.

Наше заключительное предложение

1. Отчет Якоба должен быть переведен на русский язык и распространен среди всех государств для ведения обстоятельных переговоров на уровне заинтересованных лиц (как предложено Джефом).
2. ФАО организует заключительные переговоры в Центральной Азии с лицами, принимающими решения, и донорами, и предложение по будущим инвестициям должно быть откорректировано на основе данного отчета.
3. Предварительно мы можем рекомендовать:
 - проектное предложение по Бухаре;
 - проектное предложение по развитию потенциала областных мелиоративных служб;
 - проектное предложение по управлению трансграничным возвратным стоком.

С уважением,
Проф. Виктор Духовный

P.S. Прилагаем замечания к отчету ИПТРИД

Замечания по отчету ИПТРИД

В отчете есть много (мягко говоря) неточностей, к примеру «переход от коммунизма», «густота дренажной сети является низкой по международным стандартам», «результаты улучшенных методов управления водой будут использованы для расширения орошаемых земель», «принос солей вместе с внесенными удобрениями». Не полемизируя по уточнению этих тривиальных вещей, мы перейдем к принципиальным замечаниям по каждой странице.

Страница ix, абзац 2. Общая орошаемая площадь не 9 млн. га, а около 8 млн. га, и только 43 % относится к бассейну Сырдарья.

Страница x, абзац 1. Густота дренажной сети является низкой по международным стандартам – где автор нашел такие стандарты?

Страница 5. Рассчитанный годовой расход рек Сырдарья и Амударья вместе составляет 116 км³, не 110 км³.

Страница 6, абзац 2. Доля ВВП от сельского хозяйства изменяется от 18-29 % в Казахстане до 27-40 % в Кыргызстане.

Страница 6, таблица 1. Орошаемая площадь по бассейну Сырдарьи составляет 3300 тыс. га (а не 4649) и 4680 тыс. га (вместо 4118) по бассейну Амударьи.

Страница 6, абзац 2 после таблицы 2. На реке Сырдарья расположено 5 крупных водохранилищ (а не 2): 1 в Кыргызстане, 2 в Узбекистане, 1 в Таджикистане и 1 в Казахстане.

Страница 6, последний абзац. Сельское население в Кыргызстане составляет 64-65 % от общей численности, а в Таджикистане 72 %.

Страница 7, раздел 1.3. Годовое количество осадков колеблется в пределах 250-300 мм в Голдодной степи (не 30 мм), и достигает 400-600 мм в предгорьях (не 200 мм).

Страница 12, абзац 3. Площадь, нуждающаяся в искусственном дренаже, равна 5,7 млн.га и нет сведений о других оценках подобных 4.8 млн. га.

Страница 14, последний абзац. Ферганская долина представляет собой межгорную котловину и здесь неизбежен подпочвенный приток в виде инфильтрационной подпитки грунтовых вод, его напорность усиливается, когда окружающие предгорья, включая массивы адыров, орошаются, что вызывает рост засоленных земель при неработоспособном дренаже.

Страница 15, абзац 4. В районе Хорезма рассоление грунтовых вод в основном имеет место благодаря формированию, в результате инфильтрационной подпитки на орошаемых полях, так называемого пресноводного бугра, который оттесняет минерализованные грунтовые воды в дренажную сеть.

Страница 21, таблица 4. Многие данные неверные: в строке 3 должно быть написано «машинный водоподъем»

дренируемые земли – 5,3 млн. га, а не 4,8 млн. га
открытый дренаж – 3,5 млн. га, а не 2,6 млн. га
горизонтальный закрытый дренаж – 0,6 млн. га, а не 1,3 млн. га
вертикальный дренаж – 0,6 млн. га, а не 0,9 млн. га
коллекторные дрены – 200 тыс. км
внутрихозяйственные коллектора – 155 тыс. км, а не 145
межхозяйственные коллектора – 45 тыс. км

Страница 24, абзац 1. Сумма общих потерь оценивается консультантами Гасконинга по проекту GEF в 1,7 млрд.доллара США. Потери урожайности равны 1,3-2,3 тыс./га. Откуда были получены эти данные? Если это верно, реальные потери должны составлять не 10\$/га/год⁹, а 230-350 \$/га/год!!!

Страница 32, абзац 3. Самый высокий уровень потерь продуктивности земли ожидается в Казахстане и Туркменистане, если не будет выполнен ремонт и восстановление дренажа и промывка засоленных земель.

Страница 35, последний абзац. Обязательно следует учитывать социально-экономический аспект, сравнивая стоимость реабилитации систем со стоимостью субсидирования фермеров.

Страница 38, последний абзац. В Узбекистане использование подземных вод на орошение очень ограничено.

Страница 39, последний абзац. Необходимо принять во внимание, что реабилитация ирригационной и дренажной инфраструктуры необходима и экономически оправданна для условий ре-

⁹ Как показано на стр. 24

гиона. Эти меры обеспечат сбережение воды, которая в настоящее время сбрасывается в реки, загрязняя их, и частично теряется в испарительных бассейнах. При этом основное воздействие этих мер проявляется в повышении продуктивности орошаемых земель и уровня жизни наименее обеспеченного сельского населения.

В особенности нам необходимо подчеркнуть два аспекта: мобилизацию солей и мониторинг засоления с помощью дистанционного зондирования.

Мобилизация солей (страницы 9-12)

Мы считаем, что полемика относительно мобилизации солевой массы и зоны активного водно-солевого обмена при различных видах (вертикальный, горизонтальный) и параметрах (глубокий и неглубокий) дренажа беспочвенна.

При искусственном дренаже характеристика водоносного комплекса и параметры дренажа определяют формирование зоны активного водно-солевого обмена. Основными факторами, влияющими на формирование зоны водного обмена, являются мощность водоносного горизонта, стратификация грунта и положение водоупора. На формирование зоны активного водно-солевого обмена дренажа в основном влияет междреннее расстояние у горизонтального дренажа и размещение скважин у вертикального дренажа, а не глубина дренажа. В теоретических решениях по эксплуатации систематического дренажа с чередованием полевых дрен и коллекторов при междренье $B \geq 3 T$ (T – мощность водоносного горизонта) вся мощность горизонта участвует в формировании дренажного стока независимо от глубины заложения дрены. По мере сокращения междренного расстояния влияние дренажа на глубину зоны водно-солевого обмена снижается. Однако в этом случае также вся толща водоносного горизонта участвует в формировании дренажного стока, поскольку полевые дрены чередуются с коллекторами. В случае с неглубоким водоупором, вся толща водоносного комплекса участвует в формировании дренажного стока систематического дренажа. Одновременно, интенсивность формирования дренажного модуля (стока) зависит от глубины дренажа, которая создает напорный градиент, т. е. водный обмен в системе между зоной аэрации и грунтовыми водами.

По результатам модели и полевым наблюдениям гидрогеологи и мелиораторы Центральной Азии дают следующие величины активной зоны горизонтального дренажа для наиболее распространенных почв:

- легкие грунты (пылеватые и глинистые пески $C_f = 0,5-2,0$ м/день) $h = 50-100$ м;
- средние грунты (легкие и средние суглинки $C_f = 0,5-0,1$ м/день) $h = 30-50$ м;
- тяжелые грунты с коэффициентом фильтрации $C_f = < 0,1$ м/день, $h = 10-30$ м.

В пилотных проектах, представленных в списке ИПТРИД, зона активного водно-солевого обмена на фоне закрытого горизонтального дренажа меняется:

- в низовьях Амударьи, представленных переслаивающимися грунтами на большой глубине (100-150 м) с тонко-зернистым почвенным покровом 3-3,5 м в глубину, с субнапорными подземными водами на фоне закрытого дренажа глубиной 2,5-3,0 м и междреньем 250-300 м; по данным пьезометрических наблюдений h колеблется от 35 до 50 м;
- для среднего течения Амударьи, по данным туркменских ученых, в условиях ограниченной толщи водоносного горизонта на фоне закрытого дренажа глубиной 3,0 м с нулевым уклоном при $L = 250-300$ м зона активного водообмена равна 20-35 м;
- при рисовой дренажной системе, расположенной в низовьях Сырдарьи в условиях слоистых почв мощностью более 150-200 м на фоне закрытого дренажа глубиной 2,5-3,0 м, зона активного водно-солевого обмена варьирует в пределах 2,0-2,5 м.

Аналогичная картина формирования зоны активного водообмена наблюдается на фоне систематического вертикального дренажа и она зависит, с одной стороны, от размещения скважин, а с другой стороны, от напора подземных вод. В любом случае при систематическом вер-

тикальном дренаже влияние откачки распространяется на всю толщу водоносного комплекса и более активный первый водоносный горизонт, где проходят скважинные фильтры. При этом, чем больше область охвата систематическим вертикальным дренажом, тем меньше доля внешнего притока, например в районе Голодной степи, Ферганской долины и Бухарской области, т.е. практически весь дренажный сток формируется поверхностными водами, подаваемыми на орошаемые массивы. В этой связи по данным САНИИРИ вся толща первого водоносного горизонта участвует до 1.5 м глубины скважины в формировании фильтрационного тока в дренажные скважины.

В принципе, с позиции динамики стока, типы дренажа имеют аналогичное влияние на формирование зоны активного водно-солевого обмена.

Мониторинг засоления земель (стр. 14)

Метод СЕБАЛ (для дистанционного зондирования) дает только информацию о состоянии выживания растений, но неизвестно, происходит ли стресс из-за засоления, любых других факторов или совокупного воздействия целого множества факторов.

Отставание в развитии растения и низкая густота стояния может быть объяснена множеством причин: низкое качество семян, несоблюдение агротехники при посадке и дальнейших операциях, нечастые поливы, плохая планировка поля, неравномерная структура почвенного покрова.

Наши попытки вместе с авторами СЕБАЛ (отчет ИВМИ, 2001) применить этот метод для выявления засоления не дал положительных результатов. СЕБАЛ дает практический LAI - индекс листовой поверхности, который не является единичным фактором.

Для СЕБАЛ требуется большая работа, направленная на определения результатов картины ДЗ путем наземных наблюдений для различных культур, уклонов, источников стресса и содержания солей.

