

**Межгосударственная координационная водохозяйственная комиссия  
Центральной Азии (МКВК)**

**Канадское агентство международного развития (СІДА)**

**Университет МакГилл**

**Центр Брейса по управлению водными ресурсами**

**Программа «Наука для мира» НАТО**

# **Экологические попуски**

Публикации Тренингового центра МКВК. Выпуск 1

Ташкент 2003

Дорогие читатели!

Предлагаемая вашему вниманию брошюра «Экологические попуски» является первой в серии публикаций, издаваемых Тренинговым центром МКВК.

Брошюра содержит переводы статей, освещающих мировой опыт в данной области и рассчитана на слушателей Тренингового центра МКВК, специалистов-практиков водного хозяйства, студентов высших учебных заведений соответствующего профиля.

Составитель **Д.Р. Зиганшина**

## **В ВЫПУСКЕ:**

<b>ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОПУСКИ.....</b>	<b>4</b>
<b>ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ НА ВОДУ И ВОЗДЕЙСТВИЕ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА РЕЧНЫЕ БАССЕЙНЫ: ОБЩАЯ СТРУКТУРА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ НОВЫХ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ПРОГРАММ .....</b>	<b>31</b>
<b>ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРИОБРЕТЕНИЮ ВОДЫ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЦЕЛЕЙ: ОСНОВАНИЕ ДЛЯ СДЕЛОК НА ЗАПАДЕ США .....</b>	<b>42</b>
<b>ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ НИЗОВЬЕВ РЕК АМУДАРЬИ И СЫРДАРЬИ И НЕОБХОДИМОСТЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОПУСКОВ ПО НИМ.....</b>	<b>50</b>

## **Экологические попуски**

Обзор подготовлен по материалам:

### **Справочника Международного союза охраны природы и природных ресурсов**

Dyson, M., Bergkamp, G., Scanlon, J. (eds).

Flow. The Essentials of Environmental Flows. IUCN,

Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 2003. xiv + 118 pp.

### **Серии брошюр Всемирного банка по вопросам водных ресурсов и окружающей среды**

Environmental Flows: Concepts and Methods.

Environmental Flows: Case studies.

Environmental Flows: Flood Flows.

Water Resources and Environment Technical Note C.2.

Series Editors Richard Davis, Rafik Hirji.

Scanlon, J. From Taking to Capping to Returning  
the Story of Restoring Environment Flows  
in the Murray Basin in Australia.

Proceedings SIWI Seminar Balancing Human Security and Ecological Security Interests in  
a Catchment – Towards Upstream/Downstream Hydrosolidarity.

Stockholm, August 16, 2002.

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Концепция «Экологических попусков» достаточно проста. Она подразумевает необходимость оставлять в реках достаточное количество воды на обеспечение экологических, социальных и экономических благ в их нижнем течении. Первые усилия в этом направлении, предпринятые в Южной Африке, Австралии и Соединенных Штатах, показали, что практика установления экологических попусков, особенно как составная часть интегрированного управления, выявляет множество задач, требующих разрешения. Экологические попуски предусматривают интеграцию множества дисциплин, в том числе технических, юридических, природоохранных, экономических, гидрологических, политических наук, а также налаживания многосторонних связей. Кроме того, необходимы переговоры между всеми заинтересованными лицами для преодоления препятствий, вызванных различными интересами при конкурентном водопользовании, особенно в бассейнах, где конкуренция очень жесткая. Вознаграждением за это станет совершенствование управления, что гарантирует долговечность экосистем и ведет к оптимальному балансу между пользователями. Исходя из повсеместного чрезмерного использования водных ресурсов и последующей деградации экосистем, экологические попуски – это не роскошь, но жизненно необходимая часть современного управления водой. Данный подход заслуживает повсеместного осуществления. Речным системам необходима вода для поддержания

их самих и их функций, а также обеспечения различных видов использования и благ для людей. Необходимое для этого количество воды и называется «экологическими попусками». Последствия пренебрежения этой потребностью крайне негативные, и их все больше. Однако, несомненно, возрастает число людей, осознающих пользу экологических попусков, и проблема уже нашла свое отражение в системах обучения ученых и инженеров.

Экологические попуски должны рассматриваться в контексте ИУВР водосборов и речных бассейнов. Экологические попуски могут обеспечить здоровое состояние реки, только если они станут частью обширного комплекса мероприятий, таких, как охрана почв, предупреждение загрязнения, а также защита и восстановление среды обитания. Принятие мер по управлению экологическими попусками выдвигает на первый план вопросы борьбы за доступ к воде, за собственность на воду и права на воду. В системах, где вода практически полностью распределена, экологические попуски могут создать проблемы перераспределения или приобретения воды у частных пользователей и возвращения ее в реку. Для начала деятельности, связанной с экологическими попусками, необходимо четко выявить всех заинтересованных лиц, которых следует вовлечь в этот процесс.

В данной брошюре рассматривается общая структура концепции экологических попусков, обсуждаются научные и технические аспекты их оценки, экономические затраты и выгоды, политические, институциональные и регулятивные основы, необходимые для установления таких попусков. Поддержка широкой общественности – немаловажный фактор, и в каждом конкретном случае она должна быть организована и задействована.

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### Определение

Для характеристики попусков в целях экологического поддержания рек используется несколько терминов.

*Экологические попуски – водный режим, обеспечиваемый в реке, водно-болотных угодьях или прибрежной зоне для поддержания экосистем при конкурентном водопользовании и регулировании стока. [IUCN]*

*Экологические попуски – вода, оставляемая в речной экосистеме или сбрасываемая в нее для специальных целей по управлению состоянием этих экосистем. «Экологические попуски» - комплексное понятие, охватывающее все компоненты реки, динамичное во времени, учитывающее информацию об изменчивости естественного стока, социально-экономические и биофизические проблемы. [World Bank]*

Применяются также следующие термины для характеристики благоприятных условий в реке:

- Потребности руслового стока (ПВС) [Instream Flow Requirements]: более ранний и предваряющий экологические попуски термин, как правило, акцентирующий внимание на попусках для рыболовства.
- Поддержание ПВС: режим стока, необходимый для поддержания всех функций речной экосистемы и обеспечения достаточного доступа к воде, что позволяет растениям и животным воспроизводиться в течение многих лет.
- ПВС в засушливый период: радикально уменьшенный режим стока для очевидно засушливых лет, который достаточен для поддержания видов в системах без должного поддержания их воспроизводства.

- Минимальные попуски: основной термин, используемый для характеристики попусков, необходимых для поддержания некоторых свойств речной экосистемы. Концепция минимальных попусков зародилась в Соединенных Штатах в качестве стандарта водотока для ограничения водозабора в течение сухого сезона и не может быть использована в аридных и полуаридных регионах.

Следует различать количество воды, необходимое для поддержания экосистем в условиях, близких к первоначальным, и количество воды, которое может со временем распределяться для них, исходя из норм природоохранной, социальной и экономической оценки. Последнее относится к «экологическим попускам», и будет являться стоком, который поддерживает экосистемы в состоянии не худшем, чем изначальное. Может показаться, что весь естественный сток, в его природной структуре в меженный и паводковый стоки, необходим для поддержания условий в экосистеме, близких к первоначальным. Многие экологи полагают, однако, что некоторая небольшая часть стока может быть отведена без видимой деградации экосистем. Однако, какое это количество определить значительно сложнее, предположительно, это должно составлять от 65% до 95% естественного стока, с сохранением его естественной структуры. Необходимо выработать баланс между желаемыми условиями состояния экосистем и другими требованиями к воде. Сток, распределенный для достижения выбранных условий, и есть экологический попуск.

## **Блага**

*“Отсутствие экологических попусков ставит под риск само существование экосистем, людей и экономики”.*

Таким образом, вопрос не в том, осуществлять ли экологические попуски, а в том может ли вообще и как долго общество позволять себе не осуществлять их.

Призывы слышны не только на местном уровне. Имеется также международная практика и опыт обеспечения требований окружающей среды.

Например, в отчете Всемирной комиссии по плотинам зафиксирована необходимость сбросов для экологических целей. Видение по воде и природе также призывает «оставлять воду в системах для обеспечения экологических услуг, таких, как уменьшение угрозы паводков и очистка воды».

Наилучшим из вариантов является практика экологических попусков на самых ранних стадиях, хотя недостаток политического внимания и информации может затруднить данный процесс.

## **Реальность**

Цель экологических попусков - обеспечить режим стока, который достаточен по качеству, количеству и распределен по времени для поддержания устойчивости здорового состояния реки и других водных экосистем. Это означает, что экологические интересы не обязательно должны быть единственным или даже первостепенным результатом программ по экологическим попускам. Таким программам необходимо устанавливать баланс между водораспределением для удовлетворения экологических потребностей на воду и потребностей других водопользователей, таких, как гидроэнергетика, орошение, водоснабжение или рекреация.

**Необходимо:*****РАССМАТРИВАТЬ РЕКУ И ВОДОСБОРНУЮ СИСТЕМУ В ОДНОМ КОНТЕКСТЕ***

Физически, это значит рассмотрение системы от верховьев к эстуариям и прибрежной среде, включая водно-болотные угодья, поймы и состояние подземных вод. С точки зрения ценностей, подразумевается рассмотрение природоохранных, экономических, социальных и культурных ценностей в отношении всей системы.

***ОПРЕДЕЛИТЬ ЯСНЫЕ ЦЕЛИ И СЦЕНАРИИ ВОДОТОКА***

Цели должны иметь измеряемые и сопоставляемые индикаторы, создающие основу для водораспределения. Полезной целью может быть, например, «поддержание форели в реке на уровне 1995 года», «поддержание уровня нитратов в реке ниже определенных стандартов». Установление экологических попусков – вопрос ценностей, так что определение целей – процесс в основном социально-политический процесс.

***РЕШАЮЩИМ ЯВЛЯЕТСЯ ОСОЗНАНИЕ АВАНСОВЫХ РАСХОДОВ, В ТОМ ЧИСЛЕ НЕ ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ПОПУСКИ***

Различные конкурирующие водопользователи часто пользуются расходами других пользователей и водных экосистем низовьев. Согласование потребностей водных экосистем с другими водопользователями часто будет подразумевать необходимость выбора, какому пользователю надо уступить потребностям экосистем. Затраты, связанные с этим выбором, будут переноситься как на экосистемы нижних течений, так и на водопользователей. Окружающая среда не может получать в полном объеме все свои «экологические потребности на воду», а водопользователям необходимо сделать дорогостоящие изменения в их практике, например, повысить продуктивность воды.

**Компромиссы**

Экологические попуски не призваны копировать первоначальные условия реки. Просто необходимо определить, какие элементы естественного стока являются насущными для достижения установленных целей водотока.

***ВЕРОЯТНО ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОПУСКИ БУДУТ ОТЛИЧАТЬСЯ ОТ ЕСТЕСТВЕННОГО СТОКА И РЕДКО БУДУТ «МИНИМАЛЬНЫМ» ИЛИ «СРЕДНИМ» СТОКОМ***

В зависимости от климата, средний расход реки может быть одним из основных элементов естественного стока.

Определение и осуществление компромиссов – ядро установления и реализации экологических попусков. Когда регулируемый сток осуществляется как экологические попуски и столкновения различных конкурирующих интересов.

Соответствующие экологические попуски не единственная характеристика здорового состояния речных систем. Не стоит забывать о других потребностях для поддержания здорового состояния реки, таких, как уменьшение загрязнения и контроль русловой деятельности (например, рыболовство и рекреация). Поэтому эколо-

гические попуски следует рассматривать как интегрированную часть современного управления речным бассейном.

В идеале, обеспечение экологических попусков должно поддерживаться всем комплексом практической деятельности и регулирующих механизмов бассейнового управления, например, связанных с землепользованием, правами на воду. Обеспечение только экологических попусков в отношении деградированных рек может быть бесполезным и даже губительным.

С получением новой информации и изменением состояния рек, ученые и специалисты по управлению водой должны адаптировать практику экологических попусков к новым условиям. Поэтому эффективность экологических попусков должна оцениваться регулярно. В зависимости от реакции животного и растительного мира и людей на осуществляемые попуски, необходимо вносить соответствующие изменения в их процесс. Данный процесс, известный как адаптивное управление, предусматривает проведение мероприятий, связанных с определением компромиссов экологических попусков и последствий управления.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТЕЙ В ВОДЕ**

Все элементы режима стока оказывают влияние на экологию реки, и если стремиться к совершенной естественной экосистеме, необходимо, чтобы режим стока был естественным. Желаемые условия могут быть установлены законодательно или посредством компромиссов между водопользователями.

### **«НЕТ ЕДИНСТВЕННОГО И САМОГО ЛУЧШЕГО МЕТОДА, ПОДХОДА ИЛИ СТРУКТУРЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОПУСКОВ»**

На протяжении последних 20 лет был разработан ряд методов, подходов и общих структур для установления экологических попусков. «Методы» обычно имеют дело со специфическими оценками экологических требований. «Подходы» различаются от методов привлечением команд экспертов. «Общие структуры» управления попусками предусматривают более широкую стратегию для оценки экологических попусков.

Нет единого самого лучшего направления для оценки экологических попусков. Каждый метод, подход или структура будет подходить только для совокупности определенных обстоятельств. Критерии для выбора отдельного метода, подхода или структуры включают тип вопроса (например, водозабор, плотины, схемы речного стока), экспертную оценку, время и наличие денежных средств, а также законодательную основу, в рамках которой должны быть установлены попуски.

В последние годы различия между методами, сфокусированными на экологических требованиях, и общими структурами, сфокусированными на экологических попусках, стали расплывчатыми. Многие из них на сегодняшний день достаточно целостны и используются группами заинтересованных лиц и командами экспертов для определения количества воды, оставляемого в реке. Однако, для большей ясности в данном обзоре они рассматриваются как две отдельные категории.

### **Методы для определения потребностей стока**

В различных странах было разработано ряд методов для определения потребности в экологических попусках. В широком смысле, они могут быть классифицированы на 4 категории:

1. Справочные таблицы (Look-up tables)
2. Настольный анализ (Desk top analysis)



3. Функциональный анализ (Functional analysis)
4. Моделирование среды обитания (Habitat modelling.)

### **Справочные таблицы**

Наиболее часто используемые методы для определения целевых речных попусков – это практические методы, основанные на простых показателях, сведенных в справочные таблицы.

Специалисты по управлению водой используют гидрологические показатели при управлении водой и установлении компенсационных попусков ниже водохранилищ и плотин.

Эти показатели основаны на статистических свойствах режима естественного стока. Гидрологические показатели используются, например, во Франции. Закон Франции о пресноводных рыбах 1984 года предусматривает, что сток, оставляемый в реке, должен быть минимум  $1/40$  среднего стока для действующих схем и  $1/10$  среднего стока для новых схем. В плотинах, используемых для общественного водоснабжения, вода может быть возвращена в реку после использования, пройдя через соответствующие системы очистки.

Преимуществом всех справочных методов является то, что применение однажды разработанных основных процедур требует относительно мало ресурсов в дальнейшем. К сожалению, не подтверждается, что обычные гидрологические показатели, передаваемые между различными регионами, становятся «быстрыми». Даже после повторной калибровки они не учитывают местных условий. Показатели, основанные только на гидрологических данных, легче повторно калибруются для любого региона, но не имеют экологической обоснованности и таким образом, остаются сомнения в достижении хороших результатов. Показатели, основанные на экологических данных, имеют явно большую обоснованность, но экологические данные могут быть дорогостоящими и требующими больших временных затрат для их сбора. В основном, справочные таблицы подходят для ситуаций с низким уровнем разногласий. Они также рассматриваются как превентивные.

### **Настольный анализ**

Методы этого раздела сфокусированы на анализе данных и используют существующие данные, такие, как речной сток от гидрометрических станций и/или данные о рыбах из регулярно проводимых исследований. В случае необходимости, некоторые данные могут быть собраны, в частности, непосредственно на реке для дополнения имеющейся информации. Методы настольного анализа могут быть подразделены на основанные исключительно на гидрологических данных; использующие гидравлическую информацию (такую, как форма русла); и использующие экологические данные.

**Гидрологические методы настольного анализа** изучают скорее режим всего речного стока, чем предшествующую статистику. Основной принцип – поддержка целостности, сезонности и изменчивости стока, в том числе в паводковый и меженный стоки. Примером гидрологического настольного метода является метод Рихтера. Он определяет исходные попуски для рек, для которых первостепенной целью является защита природных экосистем. Метод определяет компоненты режима естественного стока, индексированного размерами (как при паводковом, так и при межennom стоках), расчетом времени (индексированного ежемесячной статистикой), частотой (числом событий) и длительностью (индексированной изменением среднего минимума и максимума). Он использует калиброванные или смоделированные ежедневные стоки и комплект из 32 показателей. Каждый показатель под-

считывается на ежегодной основе для каждого года в гидрологическую запись, таким образом группируя межгодовую изменчивость в показателях. Затем устанавливает приемлемый ряд вариаций показателей, например, + или – одно среднее отклонение от среднего числа или между 25 и 75%.

Данный метод предназначен для определения промежуточных стандартов, которые можно наблюдать и обновлять. Однако, до настоящего времени не были проведены достаточно убедительные исследования применения статистики стока к отдельным элементам экосистем. Примером гидрологических методов также может служить метод Теннанта (или Монтана) [Tennant (or Montana) Method].

**Методы гидравлических оценок** формируют другую важную группу технических приемов настольного анализа. Для определения экологических попусков они применяют изменения в гидравлических переменных, таких, как в «смоченный периметр», территории затопленного русла. Они предусматривают простые показатели естественной среды обитания в реке при данном расходе воды. По приближенным расчетам, у неглубоких и широких рек выявлена большая способность к быстрому реагированию, изменению их смоченного периметра к изменениям в стоке, чем у узких и глубоких рек. В некоторых случаях берется ограниченная область исследования, в других используются существующие кривые расхода воды.

Данный метод использовался в США и Австралии. Исследователи выдвигали на первый план проблемы трудности определения пороговой величины расходов, ниже которой смоченный периметр быстро снижается. Исходя из этих ограничений, данный метод больше подходит для принятия решений на основе определенных сценариев и переговоров по водораспределению, чем для определения экологических пороговых величин.

Один из методов данной категории, не так давно разработанный в Великобритании – Показатель обитающих в проточной воде беспозвоночных для оценки попусков [Lotic Invertebrate Index for Flow Evaluation (LIFE)]. Он разработан на основе обычных данных по мониторингу крупных беспозвоночных. Был разработан показатель воспринимаемой чувствительности к скорости течения воды на примере всех зарегистрированных в Великобритании классов систематики, от 1 до 6. Например, баллы для каждого наблюдаемого класса систематики изменялись, основываясь на их распространенности, и выводился суммарный балл. Система работает как с данными на уровне вида, так и на уровне семейства. Для мониторинга территорий вблизи гидрометрических станций могут быть проанализированы взаимосвязи между баллами LIFE и предшествующим речным стоком. Перемещение среднего предшествующего стока показывает хорошую корреляцию с баллами LIFE в различных местах.

### **Функциональный анализ**

Третья группа методов содержит методы, основанные на понимании функциональных связей между всеми аспектами гидрологии и экологии речной системы. Эти методы охватывают многие аспекты речной экосистемы, используя гидрологический анализ, информацию гидравлической оценки и биологические данные. Они также привлекают экспертов. Возможно, самым известным из этих методов является блочная методология [Building Block Methodology (BBM)], разработанная в Южной Африке. Основой этого метода является то, что речной режим подразделяется на основные элементы (блоки) стока, в том числе меженный и паводковый, которые поддерживают движение наносов и геоморфологическую структуру реки. Допустимый режим стока для поддержания экосистем может, таким образом, строиться комбинированием этих блоков.

Команда экспертов BBM, как правило, включает специалистов физических наук: гидролога, гидрогеолога, геоморфолога, а также биологических наук: энтомоло-

га, ботаника и биолога, специализирующегося на рыбах. Они проводят серию этапов, оценивают доступные данные, используют результаты моделей и применяют комбинированный профессиональный опыт, чтобы прийти к соглашению по стандартным блокам режима стока. У ВВМ есть детальное руководство для реализации, используемое в настоящее время в Южной Африке по Закону о воде 1998 года. Данный метод применялся в Австралии, а в настоящее время осуществляется его внедрение в США. В Австралии было разработано несколько методов функционального анализа, среди них метод оценки на основе панели экспертов [Expert Panel Assessment Method], подход на основе научной панели [Scientific Panel Approach] и методология с использованием контрольных задач [Benchmarking Methodology].

### **Моделирование среды обитания**

Как рассматривалось выше, существуют трудности в установлении прямой зависимости между изменениями режима стока и реакции видов и общин. Поэтому были разработаны методы, использующие данные по среде обитания, для выявления видов и определения потребностей в экологических попусках. При рассмотрении состояния окружающей среды, необходимой для обитания отдельных пресноводных видов, одним из аспектов является интенсивность воздействия на них изменения режима стока. Взаимосвязи между стоком, средой обитания и видами могут быть описаны связями физических свойств реки, например, глубиной и скоростью течения, в различных измеряемых или смоделированных попусках, с физическими условиями, которые необходимы для ключевых видов животных и растений. Когда определены функциональные взаимосвязи между физическим местом обитания и стоком, они могут быть связаны со сценариями речного стока.

Первый шаг в становлении этого метода применительно к рекам был сделан в 1976 году. Затем последовало его более официальное описание Службой США по охране рыб и дикой природы в компьютерной модели, названной PHABSIM (Моделирование физической среды обитания - Physical Habitat Simulation). Традиционный метод PHABSIM использует одномерные гидравлические модели, адаптированные к преодолению условий меженного стока и моделированию скорости в поперечном разрезе. Они сочетаются с представлениями устойчивости среды обитания или предпочтениями для определения изменений среды обитания в зависимости от стока.

Одним из преимуществ этого метода является наличие ясных указателей, в которых определяются пошаговые процедуры. Недостаток данного метода – его нечастое применение практиками с небольшим опытом работы. Наилучшие результаты достигаются в команде, включающей гидротехников, гидрологов и экологов, работающих вместе и использующих метод моделирования среды обитания как основу для исследований реки.

### **Целостные подходы и привлечение экспертов**

Все больше методов в настоящее время избирают целостный подход, что подразумевает оценку всей экосистемы со связанными с ней водно-болотными угодьями, подземными водами и эстуариями. Они также принимают во внимание все виды, которые чувствительны к стоку, такие, как беспозвоночные, растения и животные, а также рассматривают все аспекты гидрологического режима, в том числе паводки, засухи и качество воды. Основной принцип – поддержание естественной изменчивости стока. Описанные выше методы функционального анализа представляют собой хороший пример целостного подхода. Однако, исследования моделирования среды обитания могут также включать оценку ряда видов, динамику стока и уча-

стие всех заинтересованных лиц. В целом, во всех методах оценки экологических попусков все больше выявляются элементы целостного подхода.

В основном, целостные подходы используют команду экспертов и могут привлечь всех заинтересованных лиц. Целостные методы призваны охватывать всю систему «гидрология-экология-заинтересованные лица». Неудобством является дороговизна сбора исходных данных.

Преимуществом «подхода команды экспертов» является его гибкость и достижение согласия среди экспертов, которые приходят к наилучшему решению на основе имеющихся данных и результатов моделей. Недостаток в том, что результат, к которому пришла одна группа экспертов, не обязательно повторится – другая группа может прийти к другим заключениям. Кроме того, эксперты должны знать не только свою область, но и хорошо понимать гидрологию.

### **Общие структуры для оценки стока**

Описанные выше методы и подходы, как правило, объединяются в более широкую структуру оценок, которая определяет проблему, использует наилучшие технические средства и предоставляет результаты лицам, принимающим решения. Ниже приведены три наиболее часто используемые структуры.

**Инкрементная (пошаговая) методика оценки руслового стока** [In-stream Flow Incremental Methodology (IFIM)] – это общая структура для изучения воздействий на речные экосистемы, вызванные изменением речного стока.

Была разработана службой США по охране рыб и дикой природы, и в некоторых штатах США ее применение было закреплено в законодательном порядке, особенно при изучении воздействия плотин или водозаборов. Преимущество IFIM – всесторонняя основа для рассмотрения как регулирующих, так и технических вопросов, а также структуры, ориентированной на проблему. Присущее методологии рассмотрение количественной природы объединения микро- и макро- сред обитания считается также преимуществом. Кроме того, данная методология благоприятна для ведения переговоров между водопользователями, но может меньше подходить при установлении режима стока для реализации экологических целей.

Недостатки IFIM частично исходят из его всеохватывающей природы. Из-за множества рассматриваемых вопросов полное исследование занимает много времени. Более того, следует осознавать ограничения используемых моделей, их возможные упущения и упрощения важных вопросов.

**Реакция нижнего течения на изменения стока** [Downstream Response to Imposed Flow Transformation (DRIFT)] – эта общая структура была разработана в Южной Африке и впервые применена в Лесото.

Наподобие блочной методологии (BBM), она придает деятельности более целостное направление, так как изучает все аспекты речной экосистемы. Это основанная на сценарии структура, обеспечивающая лиц, принимающих решения, различными вариантами по будущим режимам стока. DRIFT использует 4 модуля для определения сценариев и их экологических, социальных и экономических результатов.

**Модуль 1 - биофизический.** В пределах проектов проводятся научные исследования всех аспектов речной экосистемы: гидрологии, гидравлики, геоморфологии, качества воды, прибрежных деревьев, водорослей и береговых растений; беспозвоночных, обитающих в воде, рыб, полуводных млекопитающих, герпетофауны, микробиоты. Все исследования связаны со стоком, с целью прогноза того, каким образом любая часть экосистем будет изменяться при изменении стока.

**Модуль 2 - социально-экономический.** Социальные исследования осуществляются по всем ресурсам реки, используемым пользователями общей собственности всей совокупности связанных с рекой параметров здоровья людей, домашнего скота. Оцениваются используемые ресурсы. Все исследования связываются со стоком, и

прогнозируется то, каким образом люди будут затронуты отдельными изменениями реки (последний модуль).

**Модуль 3 - построение сценариев.** Для любого будущего режима стока, который клиент хотел бы рассмотреть, прогнозируемое изменение условий речной системы описывается при помощи баз данных, созданных в модулях 1 и 2. Также описывается прогнозируемое воздействие каждого сценария на пользователей общей собственности.

**Модуль 4 - экономика.** Подсчитываются компенсационные затраты каждого сценария для пользователей общей собственности.

Возможно, самую важную и инновационную функцию выполняет социально-экономический модуль, который характеризует предполагаемое воздействие каждого сценария на жизнь пользователей ресурсов реки.

Две другие методики вне DRIFT обеспечивают дополнительной информацией лиц, принимающих решения:

- (a) макро-экономическая оценка каждого сценария, для описания более широких региональных последствий промышленного и сельскохозяйственного развития, стоимости воды для городских районов и т.д.
- (b) участие общественности, когда большая часть заинтересованных лиц может выразить свое отношение к каждому сценарию.

**Таблица 1. Этапы IFIM и DRIFT**

ЭТАПЫ	IFIM	DRIFT
Определение проблем, оценка вопросов	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Выявление заинтересованных или затрагиваемых сторон, их интересов, подготовка необходимой информации и соответствующего воздействия и прав.</li> <li>▪ Определение масштабов возможных воздействий.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Определение основных компонентов проекта и заинтересованных и затрагиваемых сторон.</li> <li>▪ Определение населения, находящегося под риском.</li> <li>▪ Определение масштабов возможных воздействий.</li> <li>▪ Определение социальных интересов (местных, национальных и международных).</li> </ul>
Планирование исследования	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Оценка существующих биофизических, социальных и экономических данных, а также необходимости дополнительной информации.</li> <li>▪ Выбор репрезентативных участков реки.</li> <li>▪ Сбор данных.</li> <li>▪ Определение место сбора ключевых данных.</li> </ul> <p>Междисциплинарная интеграция выбора мест и сбора данных помогает избежать дублирования и пробелов, а также довести до максимума полезность данных.</p>	<p>Рассмотрение дополнительных социальных аспектов при выборе района исследования. В частности, сочетаемость между биофизическими (собранными на территории реки) и социальными (собранными в сельскохозяйственных селениях) данными.</p>

ЭТАПЫ	IFIM	DRIFT
Реализация исследования	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Сбор гидравлических и биотических данных.</li> <li>▪ Калибровка модели среды обитания.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Сбор гидравлических, химических, геоморфологических, термических и биотических данных, и прогнозирование того, как изменения стока будут затрагивать каждый элемент.</li> <li>▪ Многодисциплинарный семинар для сбора данных биофизических последствий множества речных манипуляций.</li> </ul>
Анализ вариантов	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Разработка альтернативных путей и сценариев по экологическим попускам.</li> <li>▪ Анализ воды по каждому сценарию.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Расчет экономической эффективности каждого сценария.</li> <li>▪ Дополнительно для каждого сценария определение социальных воздействий и расходов на население, находящегося под риском изменения состояния реки.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Расчет экономической эффективности альтернативных вариантов.</li> </ul>	
Разрешение проблем	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Изучение наглядных материалов (например, данных по другим экономическим расчетам развития водных ресурсов).</li> <li>▪ Переговоры с внеурловыми водопользователями.</li> <li>▪ Участие общественности.</li> <li>▪ Прозрачный процесс принятия решений.</li> </ul>	

[источник: *Environmental Flows: Concepts and Methods, World Bank*]

### Стратегии управления водозаборами

Агентство по охране окружающей среды Великобритании уполномочено обеспечивать соблюдение требований охраны окружающей среды в процессе водозаборам. Для выполнения этих функций Агентство разработало стратегии по управлению водозаборами [Catchment Abstraction Management Strategies (CAMS)]. Процесс CAMS включает участие заинтересованных сторон через группы водопользователей, а также структуру оценки и управления ресурсами (RAM). RAM была предназначена для использования в качестве стандартной методологии при отсутствии других более сложных технологий. Первым шагом RAM является подсчет нагрузки на окружающую среду, или чувствительности реки к уменьшению стока.

Оцениваются четыре элемента экосистемы:

1. Физические характеристики;
2. Рыбоводство;
3. Макрофиты;
4. Крупные беспозвоночные.

Каждый элемент оценивается от 1 до 5 (1 – наименее чувствительный к уменьшению стока, 5 – наиболее чувствительный). На основе физических характеристик реки с крутыми склонами и/или широким поперечным сечением имеют балл

5, поскольку незначительные уменьшения в стоке приводят к относительно большому уменьшению смоченного периметра. При другой крайности, участки реки на равнине, узкие и глубокие, не чувствительны к уменьшению стока и имеют оценку 1 и т. д.

### Выбор правильного метода

Так как существует множество методов, подходов и общих структур, выбор конкретного метода определяется имеющимися данными и вопросами, требующими рассмотрения. В таблице 2 приведена техника выбора методов, в таблице 3 - некоторые преимущества и недостатки различных методов установки экологических попусков, в таблице 4 - требования к данным в выбранных методах оценки попусков.

Таблица 2. Выбор методов

		Справочная таблица	Метод настольного анализа	Функциональный анализ	Моделирование среды обитания
1. Обзор исследования или национальный аудит		X			
2. Планирование в масштабах бассейна		X	→ X		
3. Оценка воздействия	уровень 1		X	→ X	→ X
	уровень 2			X	→ X
4. Восстановление реки	уровень 1			X	→ X
	уровень 2			X	→ X

[источник: Flow. The Essentials of Environmental Flows. IUCN]

Во многих странах нет опыта работы в этом направлении и очень мало данных. Этим странам желательно разработать национальную программу по экологическим попускам.

Предлагаются следующие этапы для программы по экологическим попускам:

#### Этап 1. Сбор данных

Создать национальную программу по сбору данных. Она может включать систему мер по гидрологии (речной сток), гидравлике (уровень воды и поперечное сечение реки) и экологии (наличие отдельных видов, среды обитания и ее связь со стоком).

#### Этап 2. Определение уровня компетенции

Определить уровень компетенции университетов, консультантских компаний, правительственных органов и НПО в соответствующих предметных областях, включая гидрологию, гидравлику, химию воды, ботанику, зоологию водных беспозвоночных и позвоночных, геоморфологию и инженерное дело. Они должны быть готовы работать в многодисциплинарной команде и понимать предметные области друг друга.

#### Этап 3. Создание центра данных

Создание центра данных и библиотеки, доступной для всех, а также информирование об их существовании.

**Этап 4. Проведение тренинговых курсов**

Проводить тренинговые курсы для создания местной организационной структуры по проведению оценок.

**Этап 5. Разработка и начало выполнения научно-исследовательских программ**

Создать научно-исследовательскую программу по разработке пригодных к местным условиям методов.

Методы должны быть применены и протестированы в специфичных условиях до проведения окончательных оценок. Важно обеспечить, чтобы методы были сочетаемы таким образом, чтобы результаты любого из них согласовывались с другими.

**Этап 6. Проведение пилотных исследований**

Проводить пилотные исследования при помощи местных специалистов и множества методов, затем сравнивать результаты и оценивать их пригодность.

**Таблица 3. Некоторые преимущества и недостатки различных методов установки экологических попусков**

Тип метода	Подтип	Преимущества	Недостатки
Справочная таблица	Гидрологический Экологический	Недорогой, позволяет быстро использовать однажды подсчитанное	Нет местной специфики. Гидрологические показатели экологически не действенны. Экологическим показателям необходимы для расчета специфичные для региона данные
Настольный	Гидрологический Гидравлический Экологический	Местная специфика Ограниченный сбор новых данных	Требуется длительный временной ряд. Нет подробно разработанного использования экологических данных. Сбор экологических данных занимает много времени.
Функциональный анализ		Гибкий, устойчивый, больше сфокусирован на всей экосистеме	Дорого собирать данные и нанимать экспертов. Согласие между экспертами может быть не достигнуто.
Моделирование среды обитания		Воспроизводимый, прогнозирующий	Дорого собирать гидравлические и экологические данные

[источник: Flow. The Essentials of Environmental Flows. IUCN]



**Таблица 4. Требования к данным  
в выбранных методах оценки попусков**

	Метод	Необходимость данных	Приблизительная продолжительность оценки	Относительная уверенность в результате	Уровень опыта
Перспективные	Метод Теннанта	От средней до низкой	2 недели	Низкая	США/ценный
	Метод смоченного периметра	Средняя	2-4 месяца	Низкая	США/ценный
	Панель экспертов	От средней до низкой	1-2 месяца	Средняя	Южная Африка, Австралия /ценный
	Целостный подход	От средней до высокой	6-18 месяцев	Средняя	Австралия/очень ограниченный
Интерактивные	IFIM	Очень высокая	2-5 лет	Высокая	США, Великобритания/ценный
	DRIFT	От высокой до очень высокой	1-3 года	Высокая	Лесото, Южная Африка/очень ограниченный

[источник: *Environmental Flows: Concepts and Methods, World Bank*]

### Применение методов и влияние мониторинга

В применении методов экологических попусков различают активное и ограниченное управление стоком:

*Активное управление стоком [Active flow management]* происходит, когда должно быть предпринято такое действие, как открытие шлюзов для осуществления экологических попусков в нижнее течение. В такой ситуации у оператора плотины может быть полный контроль над попусками в нижний бьеф, хотя в период паводка вода может проходить плотину через водосброс. Тогда возможно проектировать и производить режим стока в целом, включая меженный и паводковый стоки. В таких случаях наиболее подходящими могут быть метод ВВМ и общая структура наподобие DRIFT, так как они направлены специально на создание подходящего режима стока.

*Ограниченное управление стоком [Restrictive flow management]* происходит, когда водозабор или водоотвод контролируется для обеспечения экологических попусков. Такие водозаборы могут быть из самой реки или из подземных вод в пределах водоносного горизонта, питающего реку. Воздействие водозабора может изменяться в зависимости от речного стока, поскольку воздействие может быть очень существенным в меженный сток и незначительным в паводковый сток. В таких случа-

ях, сценарии часто диктуются совокупностью потенциальных водоотводов, то есть выбором определенного времени и количеством воды.

Как описано выше, методы оценки экологических попусков наилучшим образом указывают на требуемый сток для удовлетворения потребностей окружающей среды. Поэтому важно контролировать три элемента:

1. *Речной сток*: для обеспечения реализации процедур, достижения определенных экологических попусков. Сток должен быть оценен в отношении базовых условий, как в краткосрочном периоде для оценки либо ежедневных, либо сезонных изменений в стоке, так и в долгосрочном периоде для определения ежегодных изменений стока.

2. *Реакцию экосистем*: для оценки экологических задач. Может потребоваться длительный мониторинг, поскольку экосистемы медленно адаптируются к любым изменениям стока. Хотя мониторинг часто сфокусирован на ключевых видах, он должен охватывать возможно больше элементов экосистем для фиксации непредвиденных изменений.

3. *Социальную реакцию на изменение экосистем*: для определения, когда и в какой степени общины могут рассчитывать на получение средств существования из источников, связанных с рыболовством или другими речными ресурсами.

## ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ВОДНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

*Экологические попуски могут быть реализованы с помощью новой или существующей инфраструктуры*

Плотины зачастую вызывают самые значительные и непосредственные изменения естественного речного стока. Поэтому они являются важным исходным пунктом для реализации экологических попусков. Операционная политика и правила определяют количество и время экологических попусков.

*Новые плотины предусматривают возможность экологических попусков*

На стадии планирования важно обеспечить, чтобы операционные стратегии плотин и водохранилищ согласовывались с потребностями экологических попусков. Существенным является достижения соответствия не только действующим стандартам, но и возможным будущим изменениям в регулировании и использовании стока, а также климатическим изменениям. Будут необходимы испытательные сбросы в течение первых лет функционирования для проверки режимов стока и уменьшения неопределенности в прогнозировании реакции реки на экологические попуски.

*Корректировка существующей инфраструктуры может иметь непосредственный позитивный эффект*

Варианты по преобразованию сбросов через плотины зависят от типа плотины, условий сброса и состояния ключевых контрольных водовыпусков и сооружений. Периодический пересмотр лицензий на существующие плотины предусматривает возможность установления экологических попусков или обновления существующих режимов. Значительный акцент на модернизацию и функционирование поможет оптимизировать управление существующими плотинами и осуществлять экологические попуски.

## ПОКРЫТИЕ РАСХОДОВ

Для установки экологических попусков важно определить затраты, выгоды, а также стимулы для их выполнения.

## Оценка финансовых потребностей

Тщательная оценка финансовых и других необходимых ресурсов является составной частью развития экологических попусков на любом уровне. В связи с тем, что вряд ли выгоды от экологических попусков проходят через рынки, они не будут выявляться в анализе, который затрагивает только денежные операции на рынках. Однако, они могут быть определены посредством экономического анализа, который обнаруживает, что люди готовы платить за услуги. Такой анализ оценивает воздействие экологических попусков на экономическое благополучие общества как целого, и может представлять очень разную картину затрат и выгод.

## Действие на группы водопользователей «стейкхолдеров»

Рассмотрение действий на различные группы водопользователей является, возможно, лучшим путем для обеспечения понимания и развития экологических попусков и вызванных ими финансовых потребностей. Действующими лицами могут быть все, кто имеет финансовый или экономический интерес в осуществляемых изменениях, как-то:

- поставщики услуг внеусловной инфраструктуры, которые поставляют товары и услуги конечным пользователям (производители гидроэнергии, ирригационные округа/компании, водоснабженцы и органы по регулированию паводков;
- конечные пользователи внеусловной воды, которые не получают воду в полном объеме и несут другие дополнительные затраты и переводят их на домашнее хозяйство или индивидуальных потребителей или на продаваемые продукты (например, фермеры, использующие оросительную воду);
- конечные пользователи русловой воды (например, рыбаки, фермеры, предприниматели, пользователи рекреационных видов деятельности, туристы или граждане, которые получают выгоду, финансовую или экономическую, от экологических попусков;
- третьи стороны, непосредственно не вовлеченные в управление водой или получение услуг с или без экологических попусков, но тем не менее затронутые изменениями в водораспределении;
- правительственные органы, неправительственные организации, или компании частного сектора, которые контролируют, регулируют и управляют природными ресурсами, в том числе водой;
- налогоплательщики и филантропы, поддерживающие деятельность по восстановлению окружающей среды.

Таблица 5. Затраты и выгоды перехода к экологическим попускам

<b>Нежелательные издержки</b> (только финансовые)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сохранение финансовых расходов по долгам или другим финансовым вложениям, полученным для строительства исходных систем, регулирующих речной сток.</li> </ul>
<b>Прямые издержки</b> (финансовые и экономические)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Капитальные вложения в преобразование структур, систем водоснабжения и т.д.</li> <li>• Эксплуатационные расходы и расходы по осуществлению преобразованных систем для продвижения экологических попусков.</li> <li>• Капитальные или эксплуатационные расходы и расходы по уменьшению воздействия на окружающую среду.</li> <li>• Затраты, вызванные переселением (где переселение произошло с затопленных в настоящий момент площадей).</li> </ul>
<b>Издержки неиспользованных возможностей</b> (финансовые и экономические)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Заранее известная чистая прибыль от гидроэнергии, орошения, водоснабжения, регулирования паводков, рекреационных и других видов использования.</li> </ul>
<b>Операционные издержки</b> (Финансовые и экономические)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Затраты на экологические попуски для отдельных рек и систем.</li> <li>• Затраты на законодательство и судебные издержки.</li> <li>• Затраты на развитие новых механизмов и институтов, необходимых для реализации экологических попусков.</li> </ul>
<b>Снижение себестоимости</b> (финансовые и экономические)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Уменьшение эксплуатационных расходов.</li> <li>• Сокращение затрат на уменьшение воздействия на окружающую среду.</li> </ul>
<b>Прямые выгоды</b> (финансовые, но в основном экономические)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Чистая прибыль коммерческого и некоммерческого (натурального) сельского хозяйства, лесосплава, рекреации и рыболовства.</li> <li>• Улучшение качества воды.</li> <li>• Улучшение среды обитания водной фауны и биоразнообразия.</li> <li>• Уменьшение риска заболеваний, вызванных водой.</li> <li>• Уменьшение предшествующих социальных воздействий.</li> </ul>
<b>Внешние воздействия (+ или -)</b> (финансовые, но в основном экономические)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Воздействие третьих сторон (тех, кто не использует непосредственно воду или удобства, обеспечиваемые плотинами или другими системами).</li> <li>• Воздействие на экосистемы и биоразнообразие (как установлено действующей инфраструктурой)</li> </ul>

[источник: Flow. The Essentials of Environmental Flows. IUCN]

## Экономическое обоснование

Поскольку экологические попуски требуют значительных социальных ресурсов и преобразования прав собственности, существует необходимость в их четком экономическом обосновании. Говоря проще, если инвестирование ресурсов в изменении режима стока не будет приводить к заметному улучшению социальных, природоохранных и экономических условий, или будет обострять существующую социальную несправедливость, тогда они не будут оправданными. Аргумент в пользу обеспечения финансирования экологических попусков, таким образом, зависит от принятия необходимости изменения статус-кво.

Рынки воды могут внести свой вклад в развитие экологических попусков. Торговля водой не универсальный феномен, но в ряде стран существуют как официальные, так и неофициальные рынки воды (в Мексике, Индии, Пакистане, Чили, США и Австралии). В целом, эти рынки развивались для передачи воды и прав на воду от одного внеруслового вида использования другому, от одного фермера другому в пределах ирригационного округа. Однако, наличие только свободных рынков воды явно недостаточны для достижения экологических попусков.

## Ключевые вопросы

Необходимо рассмотреть множество финансовых и экономических вопросов для разработки успешных программ или проектов по экологическим попускам:

*Сколько это будет стоить?* Логично предположить, что затраты на экологические попуски будут сильно отличаться. Принципиальными финансовыми расходами на экологические попуски будут технические затраты и/или платежи тем, кто должен отказаться от прежде развиваемого экономического водопользования. Однако, операционные издержки, будь то финансовые, экономические или социальные, не должны быть преуменьшены.

*Кто будет платить?* Основная часть финансирования должна исходить из государственных ресурсов и частных благотворительных источников. Там, где осуществляется водосбережение, вместо отказа от использования воды водопользователи могут сделать существенный вклад посредством натурального вклада или в денежной форме.

*Для чего выделять средства на экологические попуски?* Во многих случаях развитие водных ресурсов опережало положение, когда такое развитие было экономически, социально и экологически жизнеспособным. Массивное регулирование и изменение прибрежных экосистем возникали в значительной степени потому, что обеспечиваемые этими системами блага в большей степени были общественными, тогда как прибыли от развития водных ресурсов почти полностью получались частными интересами. Данный процесс в настоящее время принимает обратное направление, так как возрастает понимание вреда, наносимого здоровью и благополучию отдельных групп.

*Как правильно применять стимулы?* Существует много стимулов, которые благоволят экономической деятельности, связанной со статус-кво. Трудно устранить эти препятствия, но стоит, по крайней мере, понимать их – так как действия против них могут выявить даже больше задач, требующих разрешения, чем противостоящих им. Обеспечение условий, которые предоставляют альтернативные средства достижения экологических попусков, может быть предпочтительнее и осуществимее для незамедлительного снятия статус-кво.

*Какие есть альтернативы?* Существует большое число добровольных и основанных на рынке подходов в качестве альтернатив традиционным подходам. Применение таких подходов, в конечном счете, будет зависеть от структур регулирования экологических попусков. Главным преимуществом использования сбережения,

рынков воды, выплат для поддержания водосборов и других подходов является преобразование финансов в выгодные решения. Исходя из преимуществ этих методов, мы должны найти добровольные подходы для экологических попусков.

## **СОЗДАНИЕ ПОЛИТИЧЕСКОЙ И ПРАВОВОЙ ОСНОВЫ**

Необходимо тщательно разработать режим эффективного управления экологическими попусками в рамках каждой страны.

Первый шаг – определить обязательные и рекомендательные инструменты, которые могут оказать влияние на решения и действия на национальном уровне.

Второй шаг – определить, какие положения содержат в Конституции стран о водных ресурсах и окружающей среде, какая проводится политика на национальном и субнациональном уровнях и какие институты ответственны за управление ими.

### **Международное право и другие инструменты**

Очень редко положения об экологических попусках зафиксированы в нормах международного права непосредственно. Поэтому необходимо исследовать также другие положения, рассматривающие несудоходное использование рек или охрану окружающей среды, то есть проблемы более общего характера. Концепция экологических попусков есть часть более широкого понятия, которое предусматривает экосистемный подход в интегрированном управлении водными ресурсами. В общем-то, соответствующие международные инструменты – это не столько рассматривающие непосредственно водные ресурсы, а скорее акцентированные на охране природы и экосистем. Другими словами, необходимо исследовать широкий ряд международных инструментов: от «речных» конвенций до более общих многосторонних соглашений по окружающей среде.

#### **«Речные» соглашения**

В этом контексте можно привести три примера рамочных международных соглашений касательно рек:

(1) Барселонская конвенция и статут по режиму судоходных водных путей, имеющих международное значение;

(2) Конвенция о развитии гидроэнергетики, затрагивающая более чем одно государство;

(3) Конвенция ООН о праве несудоходных видов использования международных водотоков.

Есть несколько соглашений, охватывающих отдельные водотоки, которые содержат основные принципы международного водного права, применимого к экологическим попускам. Другие содержат сходные принципы, но идут немного дальше, устанавливая более специфичные положения по регулированию речного стока. Ниже приводятся несколько примеров таких соглашений:

- Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер (Хельсинская конвенция);
- Соглашение по реке Меконг;
- Протокол по системам разделяемых водотоков в Сообществе развития стран юга Африки;
- Конвенция о сотрудничестве по охране и устойчивому использованию вод речных бассейнов Португалии и Испании.

## **«Не-речные» соглашения**

Несколько международных конвенций, не связанных на прямую с речными системами, рассматривают охрану и устойчивое использование речных бассейнов как часть более широкого подхода, и таким образом могут быть исследованы как имеющие отношение к управлению экологическими попусками.

**Конвенция о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение, главным образом в качестве местобитаний водоплавающих птиц (Рамсар, 2 февраля 1971 г.).** Конвенция приняла несколько основных положений, призванных активизировать деятельность Сторон по управлению экологическими попусками. Одним из таких положений является обзор законов и институтов, побуждающих сохранять и благоразумно использовать водно-болотные угодья. Также может быть использовано указание по интеграции с целью сохранения и благоразумного использования водно-болотных угодий при управлении речными бассейнами и недавно принятое руководство по управлению водой для поддержания экологических функций водно-болотных угодий. В управлении экологическими попусками роль водно-болотных угодий не может быть переоценена, так как здоровая речная система включает в себя водно-болотные угодья в качестве жизненно необходимого компонента. На Восьмой конференции участников Рамсарской конвенции (Валенсия, Испания, 2002) были приняты руководящие указания по распределению и управлению водой для поддержания экологических функций водно-болотных угодий.

**Конвенция об охране всемирного культурного и природного наследия (1972 г.).** Ценность данной конвенции для экологических попусков в обеспечении охраны мест, имеющих выдающуюся универсальную ценность с точки зрения науки, сохранения или природной красоты (будь то озеро, река, или верхний водосбор водотока).

**Конвенция по сохранению мигрирующих видов диких животных (Боннская конвенция, 1979 г.)** также имеет опосредственное отношение к управлению экологическими попусками. Данное соглашение предусматривает сотрудничество сторон конвенции с целью предотвращения угрозы исчезновения мигрирующих видов. Боннская конвенция может быть полезна для сохранения экологических попусков, когда реки и водно-болотные угодья составляют среду обитания охраняемых видов и поддержание стока является необходимым для их выживания.

**Конвенция о биологическом разнообразии (1992 г.)** является основной правовой базой по обеспечению сохранения биологического разнообразия Земли. Целями данной Конвенции, к достижению которых надлежит стремиться согласно ее положениям, являются сохранение биологического разнообразия, устойчивое использование его компонентов и совместное получение на справедливой и равной основе выгод, связанных с использованием генетических ресурсов, в том числе путем предоставления доступа к генетическим ресурсам и передачи соответствующих технологий с учетом всех прав на такие ресурсы и технологии, а также путем должного финансирования.

В контексте экологических попусков существенным для рассмотрения являются “Сохранение ex-situ” (сохранение компонентов биологического разнообразия вне их естественных мест обитания) и “Сохранение in-situ” (сохранение экосистем и естественных мест обитания, а также поддержание и восстановление жизнеспособных популяций видов в их естественной среде, а применительно к одомашненным или культивируемым видам - в той среде, в которой они приобрели свои отличительные признаки).

## Юридически не обязывающие инструменты

Руководящие принципы для регулирования экологических попусков также можно обнаружить в инструментах так называемого «мягкого права».

*Повестка дня на 21 век* содержит концепцию устойчивого развития природных ресурсов. В главе 18 представлен целостный обзор управления водными ресурсами, и, в частности, подчеркнута важность интегрированного управления водными ресурсами речных бассейнов.

Устанавливается соответствующий уровень управления водными ресурсами, включая экологические попуски, на уровне бассейна и суббассейна. Важность управления экологическими попусками рассматривается во многих положениях главы 18, которые подчеркивают важность поддержания здорового состояния реки для здоровья человека и качества жизни.

План осуществления *Всемирного саммита по устойчивому развитию (Йоханнесбург 2002)* предлагает специальное руководство о том, как государства могут применять стратегии управления для экологических попусков.

План осуществления предусматривает разработку к 2025 году планов интегрированного управления водными ресурсами и повышения эффективности использования воды при оказании поддержки развивающимся странам посредством принятия на всех уровнях следующих мер:

- разработка и осуществление национальных/региональных стратегий, планов и программ в отношении интегрированного рационального использования водных бассейнов, водосборов и грунтовых вод и принятие мер для повышения эффективности водохозяйственной инфраструктуры с целью уменьшения потерь и расширения практики рециркуляции (повторного использования) воды;
- использование всего набора инструментов политики, включая регулирование, мониторинг, добровольные меры, рыночные и информационные инструменты, управление землепользованием и механизм возмещения затрат на водохозяйственные службы; при этом цели, связанные с возмещением затрат, не должны становиться препятствием для доступа бедных людей к безопасной воде, и принятие комплексного подхода к использованию водных бассейнов;
- повышение эффективности использования водных ресурсов и содействие их распределению среди конкурентоспособных видов использования таким образом, чтобы первоочередное внимание уделялось удовлетворению потребностей людей и устанавливался баланс между потребностью сохранения или восстановления экосистем и их функций, особенно в уязвимых экосистемах, и бытовым, промышленным и сельскохозяйственным потребностям людей, включая обеспечение качества питьевой воды;
- разработка программ смягчения последствий чрезвычайных происшествий, связанных с водой.

Управление экологическими попусками на трансграничных реках является международным вопросом и, следовательно, предметом международного права.

## Национальная политика и законодательство

В большинстве случаев действующее национальное законодательство до сих пор не установило четких и систематизированных правил, узаконивающих положения об экологических попусках. Только в ограниченном числе стран признана важность непотребительского использования воды и разработано законодательство для его обеспечения (например, в Южной Африке и Австралии). Требуемые правового разрешения вопросы включают положение о минимальном «экологическом» стоке,



принятие законодательства об уникальных речных системах, применение доктрины «публичной опеки» и имеющие силу закона меры управления попусками для обеспечения экологических нужд. В частности, когда идет речь о распределении речной воды, в некоторых случаях, следует предусмотреть положения по обязательным и добровольным приобретениям существующих прав на воду.

### **Практические шаги и задачи, требующие решения**

1. Работа с многосторонними соглашениями в области окружающей среды
2. Работа с глобальными речными соглашениями
3. Работа с региональными речными соглашениями
4. Следование положениям соглашений, налагающих определенные обязательства, и нормам обычного права
5. Исследование новейших документов в области международной водной политики
6. Изучение положений Конституции в отношении окружающей среды и воды
7. Изучение национальных и суб-национальных законов и соглашений по воде и природным ресурсам.

Следует также рассмотреть некоторые вопросы, требующие политической реакции:

1. Определение масштабов деятельности
2. Применение принципа субсидиарности
3. Определение прав доступа к воде
4. Определение необходимости компенсационной схемы
5. Создание адаптивного правового режима
6. Обеспечение истинного вовлечения
7. Ответственность сторон
8. Создание режима, который может быть реализован

### **ФОРМИРОВАНИЕ ПОЛИТИЧЕСКОГО ИМПУЛЬСА**

#### **БЫТЬ ПОДГОТОВЛЕННЫМ!**

Важно быть подготовленным, когда начинается процесс реализации экологических попусков. Необходимо помнить о пяти решающих шагах:

Шаг 1. Знать об экологических попусках. Использовать соответствующую литературу для надлежащей информированности;

Шаг 2. Знать речной бассейн и его ресурсы, как природные, так и созданные человеком, например, используются ли они для орошаемого земледелия, промышленности и любительского рыболовства;

Шаг 3. Знать о роли реки в жизни местного населения, которое зависит от реки. Например, используются ли ресурсы реки для жизнеобеспечения, питьевого водоснабжения, рекреационных целей или для осуществления культурных и религиозных мероприятий;

Шаг 4. Знать, какие местные объединения и группы по интересам созданы в бассейне. Примерами могут служить ирригационные трасты, клубы по рыболовству, советы по экономическому развитию или группы по охране окружающей среды;

Шаг 5. Знать местные законы, касающиеся вопросов управления водными и другими природными ресурсами бассейна.

Лучшее начало - после признания необходимости экологических попусков – это *изложение государственной политики и поддержка развития законодательства* для исполнения политических решений. В таблице 6 приведены элементы, наличие которых желательно для успешной реализации концепции экологических попусков.

**Таблица 6. Элементы успешной реализации экологических попусков**

<p><b>Политическая воля, законодательство и стратегии управления</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• признание материальных и нематериальных национальных инвестиций в реки, находящиеся в деградированном состоянии.</li> <li>• оценка попусков (стока) в качестве инструмента для использования в интегрированном управлении речным бассейном.</li> <li>• поддержка в принятии законодательства, наделяющего специалистов по управлению водой полномочиями по управлению речными попусками (стоками) в соответствии с рекомендациями.</li> <li>• инструменты для осуществления законодательства.</li> <li>• структурный и прозрачный процесс принятия решений по результатам инженерных и экономических исследований, оценки экологических попусков и вклада заинтересованных лиц совместно используется для принятия решений по будущим распределениям стока и состоянию реки.</li> <li>• этические, моральные и другие нематериальные положения как фон при принятии решений.</li> <li>• приверженность политических деятелей, проектировщиков и специалистов по управлению водными ресурсами целям согласованных экологических попусков.</li> </ul>
<p><b>Данные и инструменты</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• точные гидрологические данные.</li> <li>• гидрологические модели с ежедневным временным шагом</li> <li>• модели взаимосвязи поверхностных и подземных вод для рек с перемежающимся питанием.</li> <li>• длительный учет химии воды для рек (и подземных вод, где необходимо), желательно связанный с гидрографом.</li> <li>• методологии оценки попусков.</li> <li>• данные по распределению, истории и потребностям, связанным с попусками обитателей прибрежных видов в определенной реке. Сходные данные для абиотических аспектов рек и, где возможно, по эстуариям и прибрежной окружающей среде.</li> <li>• хорошо организованные связи между оценкой попусков реки и эстуариев, где необходимо.</li> </ul>

<b>Экспертиза</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ведущие специалисты, со знаниями исследуемой реки «из первых рук», по связанным с попусками аспектами следующих дисциплин: гидрологии, геогидрологии, гидравлики, геоморфологи, седиментологи, химии воды, биотической целостности, физической среды обитания, прибрежной и русловой растительности, рыб, беспозвоночных и возможно герпетофауны и фауны суши.</li> <li>• если социально-экономические аспекты будут включены в оценку, могут потребоваться специалисты в следующих областях: социологии, географии населения, антропологии, здравоохранения, ветеринарии, экономического анализа ресурсов и проектов и процедурам участия общественности.</li> </ul>
<b>Финансирование</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• признание важности, наряду с техническими и экономическими аспектами, социально-экономических аспектов развития водных ресурсов.</li> <li>• адекватное планирование для обеспечения финансирования попусков.</li> </ul>
<b>Управление временем</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• приемлемые периоды планирования научных исследований, связанных с попусками.</li> </ul>

[источник: *Environmental Flows: Concepts and Methods, World Bank*]

Необходимым является вовлечение широкого круга действующих лиц. Важным шагом является также определение ключевых лиц, принимающих решения, и других лиц, наделенных полномочиями по осуществлению решений. Необходимо вовлечь многих действующих лиц, от уровня правительства до уровня местных общин. *Следует быть подготовленным к тому, что при вовлечении различных действующих лиц ни один «простой и единственный» подход не будет действовать.*

#### *Вовлечение заинтересованных групп*

Экологические попуски также значимы для людей, как и для окружающей среды. Сейчас широко признается важность управления экологическими попусками, начиная с низшего административного уровня, а также значимость вовлечения женщин, коренных народов и частного сектора.

*Объединение для экологических попусков с целью сотрудничества и балансирования интересов.* Важно находить партнеров и сторонников в различных секторах на самых ранних стадиях процесса. Группы пользователей могут создать влиятельные альянсы по содействию экологическим попускам. Группы общин могут быть реальными партнерами.

#### *Доведение до сознания общественности*

Для достижения отработанного политического решения важно, чтобы оно было простым для восприятия даже для технически не подготовленных людей. Создание правильного сообщения является, возможно, самой важной частью процесса активизации экологических попусков.

*Коммуникации и средства массовой информации – жизненно необходимые элементы для данного процесса.* Роль средств массовой информации в рамках такой стратегии не может быть переоценена.

## **НАРАЩИВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ И РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ**

### *НЕТ ОСВЕДОМЛЕННОСТИ - НЕТ ДЕЙСТВИЙ*

Осведомленность – первый шаг в направлении создания потенциала. Экологические попуски относительно новый вопрос для водного сектора. Успех в применении концепции экологических попусков в значительной степени зависит от первоначального стремления «начать действовать». В этом отношении очень важно повышение информированности о состоянии рек и интересах общества.

### *ПРОБЕЛЫ В ПОТЕНЦИАЛЕ НЕОБХОДИМО ОПРЕДЕЛЯТЬ НА РАННИХ СТАДИЯХ*

Необходимо наращивать потенциал лиц, привлеченных к разработке и реализации экологических попусков. Обучение юристов, технического персонала, членов НПО и политиков является обязательным условием.

### *ТРЕБУЮТСЯ СТРАТЕГИИ НАРАЩИВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛА ДЛЯ АКТИВИЗАЦИИ ДЕЙСТВИЙ*

Государства находятся на различных этапах понимания и использования экологических попусков в качестве инструмента управления водными ресурсами. Их стратегии по наращиванию потенциала в этом направлении будут различаться в зависимости от этого уровня. Ниже приводится десятиступенчатая стратегия по наращиванию потенциала в области оценки экологических попусков, примененная в Танзании:

Шаг 1. *Тренинговые курсы - приобретение опыта по общим структурам и методам*

Шаг 2. *Определение общей структуры оценки - превращение политики в действие*

Шаг 3. *Пробное применение методов оценки – внедрение изученного в практику*

Шаг 4. *Ознакомление с конкретными примерами - увидеть, что сделали другие*

Шаг 5. *Технические семинары и симпозиумы – обсуждение применяемых технических приемов*

Шаг 6. *Техническая поддержка – поддержка предпринятых действий*

Шаг 7. *Национальная база данных – создание библиотеки знаний*

Шаг 8. *Работа в сети - делиться опытом*

Шаг 9. *Проведение научных исследований – улучшение понимания*

Шаг 10. *Стратегия связи – распространение информации*

Многое из этого может быть применено в различных странах, однако следует также учитывать специфичные потребности каждой страны.

## ПРИМЕР БАСЕЙНА МЮРРЕЙ-ДАРЛИНГ

Реки бассейна Мюррей-Дарлинг в Австралии серьезно деградированы в результате чрезмерного водозабора и высокой концентрации в них солей. Первым шагом на пути остановки деградации реки стало наложение ограничений на водоотвод. Если это наряду с другими инициативами не приведет к желаемому состоянию речных систем, может быть сокращено водораспределение для внерусловых видов использования и осуществлено перераспределение для поддержания речных систем. Ограничение не является экологическим попуском, потому что оно не основано на рассмотрении функционирования экосистем, а представляет важное политическое решение для ограничения дальнейшей деградации реки до момента завершения оценки попусков и реализации концепции экологических попусков.

### Эволюция экологических попусков

#### *Годы отведения воды*

Десятилетия вплоть до принятия Ограничения на водоотведение (the cap on diversions) – были десятилетиями изъятия воды, со слишком поздним осознанием важности ограничения водозабора для водопотребления.

#### *Решение об ограничении водоотвода*

Ограничение водоотвода было введено в 1995 году и ограничивало количество воды, забираемой из рек бассейна. На регулируемых реках отвод ограничивался на уровне 1993-94 годов, на нерегулируемых ограничение выражается в показателях предельного расхода в хвостовой части долины.

В 1996 году министерский совет, высший орган по принятию решений в бассейне Мюррей-Дарлинг, образовал группу по независимому аудиту (IAG). Группа ежегодно наблюдает за реализацией ограничений и отчитывается перед председателем министерского совета.

Применяемая в настоящий момент система мониторинга направлена только на измерение объема водоотбора без акцента на здоровое состояние реки. Данные ограничения не предусматривают попуски достаточного количества воды в системе для приостановки деградации реки; с повышением информированности о необходимости попусков, данный уровень должен быть пересмотрен.

Совет реализовывает ограничения в качестве первого шага по установлению баланса между экономическими и социальными благами, получаемыми вследствие развития водных ресурсов бассейна и использования воды в целях охраны окружающей среды.

#### *Водопользователи и вопрос справедливости*

Выполнение ограничений было политическим решением, принятым всеми правительствами. Вопрос справедливости является одним из важнейших в процессе реализации ограничений, поэтому группа независимого аудита разработала шесть принципов для оценки справедливости:

- Отказ от дальнейших изменений режима попусков, которые могли бы оказать влияние на ухудшение качества воды и охрану окружающей среды
- Водораспределение должно осуществляться с крайней щепетильностью к воздействию на окружающую среду (принцип предосторожности)
- Вода должна распределяться для высокоценных видов использования
- Должны быть признаны утверждаемые законом и договорные права собственности
- Процессы управления водой должны быть прозрачными и проверяемыми

- Административная система должна быть легко доступна для контроля и сводить к минимуму временные и материальные издержки

#### *Необходимость возвращения воды в систему*

С этой целью была проведена большая работа по реформированию институтов, законодательства, а также предприняты значительные научные исследования и общественные обсуждения. В результате в конце 1990 и начале 2000-х годов возросло понимание того, что для достижения здоровых, действующих и устойчивых экологических систем, необходимо начинать процесс возвращения воды в реки для непотребительских целей: для экологических попусков. Необходимость возвращения воды в систему дала толчок политическому движению в бассейне Мюррей-Дралинг. Этому способствовали данные, полученные из материалов осуществленной Министерским советом в 1999 году проверки минерализации.

#### **Заключение**

Экологические попуски в бассейне Мюррей-Дарлинг являются примером удовлетворительного разрешения трудных вопросов во имя торжества общих интересов на федеральном уровне.

Ни один фактор не был решающим сам по себе, а главным генератором процесса стало доказательство ухудшения базы природных ресурсов, что побудило часть общества и политиков энергично защищать как производительные способности, так и ценности окружающей среды.

Сознательное решение по ограничению водоотвода в 1995 году было очень важным, а принятие видения для поддержания здоровой речной системы явилось основной вехой в данном процессе. Самое трудное решение еще впереди, но ясно, что общество готово принять его, и ничто не сможет остановить движение по возвращению воды в систему. Это отражает важную перемену в ценностях общества за относительно короткий период времени.

## **Экологические требования на воду и воздействие орошаемого земледелия на речные бассейны: общая структура для проведения новых научно-исследовательских программ**

**Смахтин В.Ю.**

Международный институт управления водными ресурсами (IWMI)

*Environmental water needs and impacts of irrigated agriculture in river basins: A framework for new research program / Smakhtin V.U. //Working paper 42. 2002. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute.*

Малин Фалкенмарк называет «неспособность соединить экологическую, водную и продовольственную безопасность» величайшей водной проблемой нашего времени (Falkenmark 2001). Компромиссы при распределении пресной воды для удовлетворения основных потребностей человека, производства продовольствия и поддержания пресноводных экосистем находятся на повестке дня во многих странах мира, особенно там, где водные ресурсы ограничены. Международный институт по управлению водными ресурсами (IWMI) является центром научных исследований, способствующих «большим урожаям от одной капли воды». В то же время институт поддерживает всемирный Диалог по воде для продовольствия и окружающей среды и развивает новые исследовательские инициативы, акцентированные, в частности, на экологических требованиях на воду и экологических аспектах сельскохозяйственного развития в речных бассейнах.

Цель настоящего документа в следующем:

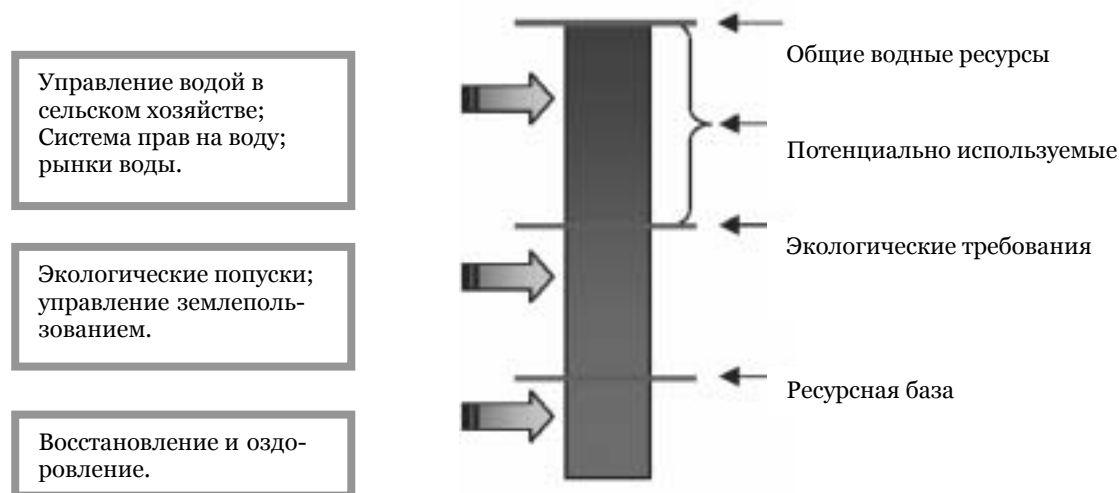
- Проиллюстрировать место и важность экологических требований на воду в контексте управления водными ресурсами в речных бассейнах.
- Привлечь внимание научного сообщества, занимающегося вопросами сельского хозяйства, к проблемам, связанным с экологическим управлением водой в речных бассейнах и экологическими аспектами развития сельского хозяйства.
- Разработать примерную структуру исследовательской программы по экологическим требованиям на воду и управлению речными бассейнами.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ, УПРАВЛЕНИЕ И ОХРАНА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ**

На рисунке 1 в общих чертах проиллюстрированы взаимоотношения между различными уровнями использования водных ресурсов и охраны водных экосистем, с одной стороны, и методами политики и управления, с другой стороны. Пределы использования и охраны водных ресурсов показаны на правой стороне диаграммы, а примеры управленческих мероприятий, применимых при различных порогах или между ними, на левой стороне диаграммы. Краткое разъяснение различных элементов диаграммы приведено ниже.

Каждая водная экосистема (река, водно-болотное угодье, водоносный пласт и т. д.) может характеризоваться ее общим ресурсным потенциалом (рис. 1). Для водосбора реки, ее потенциал может быть представлен средним годовым стоком, который отражает естественные (ненарушенные, до периода освоения) условия водосбора. Для озер и определенных типов водно-болотных угодий их потенциал может быть представлен средним годовым объемом воды в озере (водно-болотном угодье). Концепция общих водных ресурсов является на самом деле одинаково применимой в масштабах отдельных водных экосистем, и в масштабе страны, географического региона или всего мира.

**Рис. 1. Пределы использования и охраны водных ресурсов с примерами соответствующих управленческих мер**



Каждой водной экосистеме необходимо определенное количество воды для поддержания ее экологической целостности. Вопрос, сколько воды необходимо реке (водно-болотному угодью, эстуарию и т.д.) является предметом споров и интенсивных научных исследований, особенно в течение последних двух десятилетий. Данные исследования уже оказали значительное влияние на политику по окружающей среде во многих странах, особенно с аридным климатом и/или ограниченными запасами водных ресурсов (Австралия, Южная Африка). Повсеместное влияние данного исследования продолжает непрерывно расти. В широком смысле, *экологические требования на воду* водных экосистем могут быть определены как качество и количество воды для охраны структуры и функционирования экосистемы для обеспечения экологически устойчивого развития и использования водных ресурсов. Экологические требования на воду могут иметь различные предельные значения, связанные с различным уровнем возможной деградации экосистем. Наименьший из них может быть назван *ресурсной базой* (рис. 1) – это экологический порог, ниже которого водная экосистема подвергается сильным, часто необратимым изменениям.

Разницу между общими водными ресурсами и экологическими требованиями на воду представляет *потенциально используемые* (рис. 1). В идеале может быть использована лишь часть воды и за нее многочисленные пользователи, в том числе сельское хозяйство, должны конкурировать. Вот почему такие мероприятия и программы, как регистрация пользователей, развитие *систем прав на воду, рынки воды, лучшее управление водой в сельском хозяйстве* для повышения продуктивности и эффективности являются жизненно важными.

Экологические требования на воду должны быть установлены при помощи имеющихся научных знаний и экспериментальных данных. Проведение исследований по экогидрологии и водной экологии выявили множество методологий оценок, подробное описание которых можно найти во многих комплексных обзорах (Tharnt 1996; Durban et al. 1998). Методологии разрабатываются для различных видов водных экосистем: рек, водоносных пластов, эстуариев и водно-болотных угодий. Существующие методы классифицируются от быстрых и простых оценок, где пороги экологических требований на воду определены на основе состояния водной среды обитания и выражены в виде процента от среднего годового стока (Tennant 1976) до все-



сторонних оценок, которые могут длиться до двух лет (King et al. 2000). Более простые методы основаны в значительной степени на имеющейся гидрологической информации, тогда как подробные требуют сбора значительного количества экологических данных.

Не следует понимать экологические требования на воду только как «воду для рыб» или нечто подобное. Большая часть имеющихся в настоящее время методов акцентирует внимание на многоцелевые аспекты функционирования и обслуживания экосистем, в том числе поддержание геоморфологии речного русла и пойм, разнообразия рыб и птиц, водной растительности, качества воды, рекреационного водопользования и т.д. В то же время даже требования на воду этих элементов в отдельности имеют отчетливое социальное и экономическое содержание. Например, сохранение определенного стока в реке может быть напрямую связано с охраной рыб, что поддерживает продовольственную безопасность и миллионов бедных людей в развивающихся странах.

Также важно отметить, что экологические требования на воду сейчас часто рассматриваются как имеющие приоритет над другими видами пользования. Акцент постепенно смещается от позиции «река является также водопользователем» к «вода в реке является ресурсом для многократного использования и должна иметь неприкосновенный резерв». В некоторых странах (например, в Южной Африке) данный принцип, получив статус национальной водной политики, приводится в исполнение. Безусловно, это имеет исключительно важные последствия для будущего развития орошаемого земледелия и управления уже находящейся в использовании водой в сельском хозяйстве.

На самом деле, во многих речных бассейнах мира экологические требования на воду никогда не оценивались или не устанавливались вовсе. Использование водных ресурсов во многих странах уже достигло уровня, который почти совпадает с экологическими порогами, даже если последние установлены на самом низком уровне, то есть на уровне ресурсной базы. Если водные ресурсы чрезмерно используются, что приводит к такому уровню и/либо к сильной деградации, там, где это возможно, могут быть применены *меры по оздоровлению/восстановлению* (рис. 1). Если ресурс использован до уровня выше ресурсной базы, но ниже установленных или предполагаемых экологических порогов, необходимо принимать управленческие меры, обеспечивающие недопущение дальнейшей деградации в этих водных экосистемах. Это может быть *план по осуществлению экологических попусков* (в случае с зарегулированными реками) или *план управления землепользованием*, который обеспечит сведение к минимуму воздействия деятельности по уменьшению стока в верхнем течении и т. д. (рис. 1).

На рисунке представлена общая основа для понимания ситуации, в которой окружающая среда и орошаемое земледелие, по всей видимости, будут сосуществовать в будущем. Выбор различных процессов управления является, должен, безусловно, производиться с учетом конкретной ситуации. Например, меры по оздоровлению/восстановлению могут потребоваться и применяться также на более низких уровнях использования ресурсов и, следовательно, выше ресурсной базы. К тому же, правила регулирования экологических попусков являются необходимыми для соблюдения экологических требований на воду в нижнем течении (в случае, если эти требования установлены); поэтому эти процессы управления «действуют» и в секции потенциально эксплуатируемых ресурсов на рис. 1. Следовательно, схема на рисунке не является исчерпывающей и приводится лишь для демонстрации принципа.

## **ВОЗМОЖНЫЕ ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В РЕЧНЫХ БАССЕЙНАХ**

У каждого элемента описанной выше общей основы есть много вопросов, требующих проведения соответствующих исследований. Ниже приводятся такие вопросы, сгруппированные в основные области исследования, которые могли бы выполняться Международным институтом по управлению водой (IWMI) отдельно или в сотрудничестве с другими научно-исследовательскими институтами.

### **Экологические требования на воду водных экосистем: развитие концепции**

К данной области относятся исследования по разработке методов научной оценки пороговых величин экологических требований, указанных на рисунке. Двумя важными, особенно с позиции IWMI, положениями, которые хотелось бы подчеркнуть, являются:

- Необходимость акцентирования внимания на разработке экономичных и пригодных для использования в развивающихся странах методов, исходя из требуемой вводной информации.
- Большой акцент делать на разработку методологий экологических расходов для водно-болотных угодий.

### **Сценарии развития и воздействия орошаемого земледелия на водные экосистемы**

Данная область может включать оценку таких видов воздействия, как сельскохозяйственное развитие в верховьях водосборов, обезлесение, водоотвод, сток с сельскохозяйственных полей и т.д. на водно-болотные угодья, реки и эстуарии в низовьях (бокс 1). Также следует акцентировать внимание на оценке воздействия сельскохозяйственной практики на функционирование водных экосистем. Примером такой практики могут быть системы *naal/raal* (местный сбор дождевой воды и пополнение подземных вод) в Индии (S. Badiger, IWMI, из личных контактов) и т.д. Можно также исследовать воздействия, вызванные различными изменениями в верховьях водосборов, как на сельскохозяйственное развитие, так и на состояние водных систем низовьев.

Воздействия и сценарии будущего развития могут быть оценены при помощи имеющихся математических моделей и гидрологических наблюдений (например, выше и ниже по течению подвергшейся воздействию зоны, до и после воздействия). Их можно оценить как в количественном (или качественном) аспекте, так и в экономических показателях. Последнее могло бы сделать оценки воздействия более весомыми, а также продемонстрировать последствия развития водных ресурсов и водосбора лицам, определяющим водную политику.

### **Экологические требования на воду и водораспределение в речных водосборах**

Хотя практика водораспределения часто определяется политическими решениями научные методы полезны, например, на стадии оценки сценариев распределения и последствий перераспределения воды в пределах и между секторами водопользования.

В научном смысле, водораспределение в условиях ограниченности водных ресурсов и разнообразного и конкурентного водопользования является проблемой оп-

тимизации. Предпринимаются попытки найти оптимальное распределение воды при условии множества ограничений, которые могут содержать изменения стока в реке, поставки различным пользователям, экономическую ценность воды и т. д. (Бокс 2). Данная проблема может касаться различных масштабов от системы попусков на определенной плотине до системы прав на воду в масштабе всего водосбора (большого или маленького, зарегулированного или не зарегулированного). Если одной из целей политики водораспределения является соблюдение установленных экологических требований на воду, тогда оптимизационные модели должны действовать в области потенциально используемых водных ресурсов (рис. 1), где требования экологических попусков выполняют роль граничного условия.

### **Бокс 1. Воздействия сельскохозяйственных культур на гидрологические расчеты паводков**

Сельское хозяйство ведет к изменениям растительности пойм, а это изменяет их гидравлические характеристики, которые, в свою очередь, могут привести к изменению в режиме паводков. Сельскохозяйственные поля на водосборе или используемые водно-болотные угодья могут задерживать/замедлять паводки в большей степени, чем областях с менее плотным растительным покровом, уменьшая пик паводка в нижнем течении. Возможен также обратный эффект. Различные виды сельскохозяйственных культур также изменяют водный баланс водосбора влияя на интенсивность стока в меженьный период. Такие эффекты могут изучаться в масштабе водосбора или в масштабе отдельного поля/водно-болотного угодья.

Задачами исследования могут быть: а) определение влияния сельхозкультур в отдельно выбранном водосборе на пик и гидрограф паводка, б) определение уменьшения расхода реки, связанного с нарастающим развитием сельского хозяйства в течение времени, и с) определение общих потерь (использования воды) в результате испарения у альтернативных видов растительности, типичных для данного водосбора: сельхозкультур и растительности, характерной для местности до периода освоения.

Аэрофотоснимки и изображения, полученные в результате дистанционного сбора данных могут помочь получить данные о развитии сельского хозяйства во времени. Имеющиеся гидрологические наблюдения за пиками паводков и изменением паводочного гидрографа могут подтвердить гидрологические последствия изменений в растительном покрове. Через некоторое время может быть проанализирован и общий сток для определения того, имело ли развитие сельского хозяйства влияние на объемы стока. Сравнение эффективности водопотребления «естественной» растительности и сельхозкультур является важной составляющей исследования. Результаты таких исследований могут быть связаны с анализом гидрологических наблюдений.

Такие исследования могут дать рекомендации по восстановлению реки, по восстановлению частей поймы до их естественного растительного покрова, либо по видам сельхозкультур, которые оказывают наименьшее воздействие на естественный паводочный режим.

**Бокс 2. Оптимизационное моделирование водораспределения: пример реки с незарегулированным многолетним стоком**

Принципы водораспределения могут иметь целью экологические попуски, защиту установленных прав, борьбу с бедностью, увеличение производства сельскохозяйственной продукции и т. д. Органы, занимающиеся использованием водных ресурсов, а также сами водопользователи могут извлечь пользу из понимания водных компромиссов, особенно если имеющиеся водные ресурсы ограничены (что весьма часто имеет место).

Можно подойти к решению задачи оптимального распределения водных ресурсов в речном бассейне при помощи методов оптимизации с определенными ограничениями (например, Jacobs and Vogel 1998). Задачей оптимизации может быть максимизация целевой функции с учетом ограничений, связанных с изменчивостью стока, индивидуальными требованиями водопользователей, априорно установленных экологических попусков и необходимых обеспеченностей водоснабжения. Такая задача может быть сформулирована на основе кривой продолжительности стока. «Модель», основанная на кривой продолжительности стока будет учитывать пространственное распределение водозаборов в пределах водосбора. Некоторые виды воздействий (например, лесоводство или неорошаемое земледелием) не имеют фиксированной «обеспеченности снабжения», и, следовательно, должны быть разработаны методы для расчета этих воздействий на кривую продолжительности стока в целом.

Важное дополнительное ограничение, которое может быть введено в «модель» водораспределения относится к стоимости воды. Совместный анализ кривых прибыли для каждого водопользования и кривой продолжительности стока может помочь изучить влияние изменчивости стока на оптимальное водораспределение и позволит подсчитать экономические аспекты распределения.

**Восстановление водных экосистем**

Исследования в этой области касаются в основном определения и понимания физиографических процессов и экологических функций, которые были разрушены или изменены развитием сельского хозяйства или другими видами деятельности человека на речных водосборах. Это также относится к определению и реализации соответствующих инженерных или управленческих мер, которые помогают возродить потерянные или измененные экосистемные функции и процессы (Petts and Calow, 1998). Такие исследования, как правило, очень специфичны. Восстановление и оздоровление водных экосистем рассматривается в случае, когда экосистема явно деградирована. Это может означать, что фактически уровень использования воды превысил потенциально допустимый (рис. 1).

Важно отметить, что разработка индикаторов здоровья экосистем и отчет о состоянии водной среды в развивающихся странах, а также восстановление водноболотных угодий и рек, представляют собой обширные области научных исследований. В то же время они пока не получили достаточного внимания в развивающихся странах.

## РЕКОМЕНДУЕМЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основные отмеченные выше области исследований вызывают необходимость проведения разнообразных научных исследований. Их примеры приведены ниже:

### Управление информацией и ее анализ

В первую очередь данные исследования могут содержать разработку и обновление поисковых сетевых баз данных по предшествующему научному опыту. Однако, это могут быть «более высокого уровня» базы данных, чем просто обзоры литературы, так как они могут быть направлены скорее на анализ количественных элементов из различных источников, чем на простой перечень ссылок. В качестве примеров можно отметить:

- База данных об имеющихся оценках гидрологических функций водно-болотных угодий (или, в более широком смысле, других водных экосистем).
- База данных качественных и количественных оценок экологических последствий изменений в режиме речного стока или водного баланса водно-болотных угодий.
- База данных, систематизирующая информацию об известных социальных функциях водных экосистем (например, рыбоводство, строительные материалы, лекарства и т.д.).
- База данных о методологиях определения экологических расходов.

### Разработка, оценка и применение методов

Эти исследования могут включать создание математических моделей водно-болотных угодий, которые затем могут быть применены для изучения реакции изменения составляющих водного баланса (например, возросшее испарение, уменьшенный приток воды, и т.д.) на другие (экологические) функции водно-болотных угодий, такие, как круговорот питательных веществ, поддержание среды обитания и т.д. Но, безусловно, в первую очередь, должны быть рассмотрены возможности существующих моделей данных процессов и их использование в контексте оценки воздействий.

Также, это могут быть методы для выделения различных составляющих гидрологического режима (например, паводков определенных величин или повторяемости, базисный сток) при помощи цифровой фильтрации (Smakhtin 2001) или других приемов, комбинирование отфильтрованных составляющих и установление экологических эффектов измененных гидрологических временных рядов. Это может стать весьма значительным подходом к анализу сценариев в контрольных бассейнах (C.Scott, IWMI, из личных контактов).

Другие возможные разработки могут содержать в себе теорию стрессов в водных экосистемах, экономическую оценку экологических воздействий, вызванных изменением водных режимов рек и водно-болотных угодий, а также разработку методологии оценки экологических расходов для водно-болотных угодий. Ряд новых методов может быть связан с использованием средств дистанционного сбора данных.

**Бокс 3. Взаимосвязь экосистем подземных и поверхностных вод**

Если река имеет постоянное гидравлическую связь с подземными водами и вода извлекается в первую очередь или только из подземных источников, в идеале должен быть установлен предел, до которого данный водоносный горизонт может быть использован. Данный лимит определяется требованиями экологических расходов реки.

Если имеются гидрологические наблюдения в какой-либо точке реки, базисный сток может быть отфильтрован при помощи методов цифрового фильтрования. Данный базисный сток может рассматриваться как вытекающий из подземного источника. Если экологические требования реки установлены и представлены в качестве временного ряда, можно отфильтровать «экологический» базисный сток. Имея временной ряд экологического базисного стока, можно установить временной ряд «экологически необходимого» пополнения подземных вод. Это можно сделать, например, при помощи принципа линейного резервуара (где пополнение подземных вод является пропорциональным базисному стоку).

Данная схема фактически учитывает экологические требования на воду как для водоносного горизонта, так и для реки. Она также сделает возможной оценку экологически допустимого масштаба использования подземных вод. Предпосылкой для такого исследования является водосбор с детализированными гео-гидрологическими и гидрологическими наблюдениями.

Эта схема является небольшим примером возможного изучения связей между подземными и поверхностными водами в экологическом контексте. Изучение взаимозависимости рек/озер/водно-болотных угодий с подземными водоносными горизонтами, и зависимости экосистем от таких связей формируют новую область исследований экологических расходов.

#### **Бокс 4. Глобальная оценка экологических требований водных экосистем**

Проблема экологических требований на воду может рассматриваться в различных масштабах: от крупномасштабного планирования до детального плана управления экологическими попусками в конкретной реке. Перспектива развития водных ресурсов в глобальном масштабе ранее оценивалась без должного внимания к потребностям природных водных экосистем. Введение, по крайней мере, приблизительных методов оценки требуемой для окружающей среды воды должно восполнить этот пробел. Такие методы могли бы высветить регионы, где природа и сельское хозяйство «конкурируют за один и тот же ресурс», определить возможные последствия экологического водораспределения на развитие орошения (настоящего и будущего), а также наметить возможные мероприятия и альтернативы в управлении. Это также может наполнить новым содержанием проблему недостатка воды в районах настоящего и ожидаемого «недостатка воды для окружающей среды».

Необходимый метод, вероятно, должен быть похож на метод Теннанта (Tennant, 1976), который определил восемь категорий качества среды обитания в реках и связь этих категорий к среднему годовому стоку. В качестве самого низкого предела, который помогает биоте лишь выживать, принималось 10 процентов от среднего годового стока. От 60 до 100 процентов рассматривалось как оптимальные условия среды обитания. Между ними также были установлены некоторые другие экологические пороговые значения.

Предполагая, что в первую очередь должны быть удовлетворены экологические требования на воду и сопоставляя природный средний годовой сток с различными экологическими пороговыми значениями, можно определить настоящее общее водопользование и будущее водопользование (планируемое), настоящие и будущие проблемные области. Проблема может быть рассмотрена далее анализируя потребности в воде окружающей среды и сельского хозяйства в разные сезоны года.

Разработанный метод может быть протестирован на нескольких речных водосборах с различными схемами водопользования и физиографическими характеристиками. Следует проверить его среди различных специалистов, например водных экологов, лиц, принимающих водохозяйственные решения и т.д. В итоге может быть издана серия карт мира, иллюстрирующая последствия поддержки экологических требований в глобальном масштабе.

Важным аспектом развития методологии является корректировка уже существующих методов расчета экологических расходов к информационной среде и социальной обстановке развивающихся стран. С одной стороны, может возникнуть необходимость в упрощении «основанных на гидрологии» методов, таких, как метод диапазона изменчивости (Range of Variability Approach – Richter et al. 1997), в связи с тем, что они содержат значительное количество высоко коррелированных и, следовательно, лишних гидрологических параметров, а, с другой стороны, их необходимо наполнять, насколько позволяет современное состояние знаний, экологическим содержанием.

Методы оценки экологических требований различных видов водных экосистем часто разрабатываются различными группами ученых и не совпадают друг с другом. Но в большинстве случаев водные системы взаимосвязаны (например, река с

пойменными водно-болотными угодьями и эстуариями). Поэтому необходимо проведение дальнейших исследований по взаимосвязке методологий экологических требований на воду (бокс 3).

Большинство новейших работ в области экологических требований на воду сфокусировано на относительно небольшие водосборы или водные объекты. Есть, однако, сфера разрабатываемых методов для крупных масштабов и глобальных оценок. В настоящее время, такие методы не существуют, но они могли бы быть полезны для оценки областей чрезмерного использования водных ресурсов (настоящих и будущих). Такие глобальные оценки могут четко выдвинуть на первый план территории «с недостатком воды для окружающей среды» (бокс 4).

### **Учет и оценка водно-болотных угодий**

Важно собирать и научно документировать данные по экологическому воздействию сельского хозяйства на водные экосистемы в различных масштабах, от одного водно-болотного угодья или речного бассейна до страны, региона или мира в целом. Такая деятельность может быть связана с исследованиями по учету (ведению кадастров), оценке и мониторингу водно-болотных угодий, которых множество во всем мире (например, Pisey and Ang 1997; Wetland Characterization..., 1998; Wetland inventory..., 2001). Различие между учетом, оценкой и мониторингом в первую очередь производится по глубине изучения и, следовательно, по видам собранной информации. Большинство текущих исследований осуществляется на уровне «учета», где первостепенный акцент делается на размеры и месторасположение водно-болотных угодий. Важно развивать осуществление учета водно-болотных угодий и приступить к рассмотрению вопроса «Как использовать результаты данного учета?». Одним из возможных ответов на данный вопрос является определение репрезентативных водно-болотных угодий и проведение тщательных количественных исследований их физических процессов, среди которых наиболее важными являются гидрологические. Такие исследования могут привести к определению состояния водно-болотных угодий и угроз, грозящих им (оценка водно-болотных угодий). Длительный сбор специальной информации для управления водно-болотными угодьями может создать соответствующий мониторинг.

Для доведения исследований водно-болотных угодий до стадии оценки, осуществляемые в настоящее время работы по учету необходимо «дополнять» следующей информацией: а) состояние современных знаний и регулярно имеющаяся гидрометеорологическая информация (сток, осадки, испарение и т.д.) вблизи системы каждого водно-болотного угодья, б) исходное состояние водно-болотных угодий (в природных условиях до процессов освоения) на основе гидрологии, качества воды, среды обитания, видовой насыщенности и биоразнообразия и т.д., в) основные компоненты водного баланса, г) индикаторы современного использования водно-болотных угодий, и е) показатели «здоровья» водно-болотных угодий и отчеты о текущем состоянии здоровья водно-болотных угодий (посредством оценки отклонения от исходных условий).

### **Заключение**

В данной работе предлагается общая структура для исследовательских программ по экологическим требованиям водных экосистем и экологических аспектов, связанных с орошаемым земледелием в речном бассейне. Программа сфокусирована на развивающихся странах. Предусматривается, что она будет служить основой для определения необходимости специальных научных исследований и ниш, а также для развития партнерства в данной области с другими научно-исследовательскими группами. Работа была запланирована с целью повышения осведомленности о ряде



технических аспектов и важности проблем, касающихся управления экологическими расходами/попусками в речных бассейнах и экологических аспектов развития сельского хозяйства.

Исследования по управлению водой в сельском хозяйстве и развитию сельского хозяйства в речных бассейнах должны быть связаны с исследованиями по экологическим требованиям на воду различных водных экосистем с тем, чтобы преодолеть пробел между водой для продовольствия и водой для окружающей среды. Несколько вопросов, касающихся исследований для целей окружающей среды в речных бассейнах могут быть особенно важными, как-то:

- Разработка экономичных и пригодных для использования в развивающихся странах методов, исходя из имеющейся вводной информации.
- Большой акцент делать на разработку методологий экологических попусков для водно-болотных угодий.
- Описание и количественная оценка экологических связей между различными водными экосистемами (реками и водно-болотными угодьями, реками и эстуариями, реками и водоносными горизонтами), а не рассмотрение этих систем изолировано друг от друга.
- Создание базы данных об экологических функциях водных экосистем и методах, используемых для их количественной оценки.
- Различия между масштабами оценки экологических требований на воду от экосистемного до бассейнового и, в дальнейшем, до глобального.
- Создание информационной базы для тестирования разрабатываемых методов оценки и моделей через последовательный мониторинг экологических переменных в ряде контрольных водосборов.
- Партнерство с имеющими отношение к данной проблеме исследовательскими группами в дочерних центрах CGIAR, других международных организациях, ведущих университетах и научно-исследовательских центрах.

## Организационные мероприятия по приобретению воды для экологических целей: основание для сделок на западе США

*Expanding Institutional Arrangements for Acquiring Water for Environmental Purposes: Transactions Evidence for the Western United States. / Loomis J.B., Quattlebaum K., Brown T.C., Alexander S.J. // Water Resources Development, Vol. 19, No 1, 21-28, 2003.*

Рыночные закупки прав на воду для экологических целей на западе США включали в себя закупки общественными организациями, по крайней мере, 88 850 акро-футов<sup>1</sup> воды на протяжении последних пяти лет. Ежегодная аренда воды для экологических целей также стала более активной и достигла 1.72 миллиона акро-футов, сдаваемых в аренду на западе США. Наиболее частым основанием для совершения данных сделок является охрана дикой природы (преимущественно водоплавающих птиц), рекреация и рыболовство. Средняя цена, уплачиваемая за право на воду, составляет 609 долларов США за акро-фут, а по годовым арендным соглашениям 30 долларов США за акро-фут. Закупка правительственными органами воды на основе добровольных сделок свидетельствует о том, что водопользование для экологических целей часто конкурирует со многими низкоценными сельскохозяйственными посевами на западе США.

### Введение

Во многих странах нарастает конкуренция в использовании водных ресурсов. В аридных странах такие традиционные водопользователи, как орошение, муниципалитеты и промышленность, часто используют всю имеющуюся воду, что приводит к высыханию ложа водотоков, снижению водоносных пластов и падению уровня озер. Озера в таких разных странах, как Россия и США, часто уменьшаются, что наносит ущерб рыболовству. В Соединенных Штатах, откачка подземных вод в штатах Техас и Невада настолько оскудила природные источники, что две разновидности рыб попали в разряд вымирающих видов. Водозаборы из реки Колорадо на юго-западе США привели к высокой концентрации соли в воде, которая поступает в Мексику, и усыханию экосистем дельты реки Колорадо. В летний период некоторые реки сильно мелеют за счет водозабора на выращивание таких низкоценных сельскохозяйственных культур как люцерна, в то время как экономический анализ часто показывает, что оставление воды в русле для целей гидроэнергетики, рыболовства, рекреации и высокоценного сельского хозяйства в низовьях является более ценным (Watta et al., 2001).

До недавнего времени на рынке не рассматривалась экологическая стоимость воды. Первоначально ценность воды для экологических целей почти совершенно игнорировалась, и все имеющиеся водные ресурсы распределялись для рыночных видов использования: сельскохозяйственного, муниципального и промышленного. В настоящее время в западных штатах США есть программы и законы, которые признают внутриусловный сток полезным использованием. Некоторые штаты активнее других способствуют эффективной реализации законов о внутриусловном использовании стока. На протяжении последних двух десятилетий экономисты разрабатывали методики для определения экологической ценности воды. Методы содержат такие подходы как стоимость перемещения, вероятностную оценку и гедонистический метод цен (предполагает, что товары оцениваются в соответствии с их полезностью).

\* 1 акрофут  $\approx$  1 200 м<sup>3</sup> воды

Правительственные органы применяли эти методы и создали на их основе определенные процедуры по экономической оценке (Совет по водным ресурсам США, 1983). В то время как данные методы широко применяются экономистами, у организаций по развитию водных ресурсов остаются сомнения по поводу получаемых в итоге ценностей. В некоторых случаях упущения организаций по развитию водных ресурсов о разграничении между финансовой и экономической стоимостью воды приводит к тому, что экономическая стоимость без наличных сделок трактуется как ценность «второго класса». Это иногда приводит к тому, что ирригационные округа и производители гидроэнергии, прося оставлять воду для целей внутриусловного стока, как утверждается с более высокой экономической стоимостью, сталкиваются с ситуацией «покажи мне деньги».

Из-за того, что большая часть воды в западных штатах распределяется на внеусловное использование до того, как внутриусловные ценности официально признаны, защита внутриусловного стока часто требует перераспределения этих внеусловных видов использования. На протяжении первой половины 1990-х годов перераспределение воды в основном являлось следствием процесса регулирования. Например, в Калифорнии контрольный орган по водным ресурсам штата изменил право на воду Лос-Анджелеса таким образом, что больше воды должно было оставаться в качестве внутриусловного стока и поступать в озеро Моно (Loomis, 1995). Однако, административному перераспределению решительно противостояли внеусловные водопользователи (Gillilan & Brown, 1997). Например, Служба охраны лесов Министерства сельского хозяйства США попыталась установить требования внутриусловного стока как условие для разрешения установления плотин коммунальных предприятий на государственных землях лесного фонда, но усилия министерства наткнулись на сопротивление со стороны традиционных водопользователей Колорадо. Добровольные рыночные операции подвергаются меньшему противодействию. В этой атмосфере генеральный прокурор штата Колорадо недавно предложил, чтобы Служба охраны лесов Министерства сельского хозяйства США, как федеральный орган, должна использовать Федеральный фонд для охраны земельных и водных ресурсов для того, чтобы приобретать права на воду для внутриусловного стока (Salazar, 2001). Как заметил Колби (Colby, 1990, p. 1116), там, «где признается поддержание внутриусловного стока в качестве полезного использования таким образом, что возможно обладание правами на воду для этих целей, рыночная передача может стать важным средством достижения защиты внутриусловного стока».

В данной статье описывается прогресс, достигнутый с 1990 года в рыночных сделках по воде для целей внутриусловного стока на западе США. В некоторой степени цель данной работы продемонстрировать обществу по развитию водных ресурсов наличие денежных средств на эти цели. За последние несколько лет миллионы долларов были потрачены общественными и некоммерческими организациями для закупки прав на воду или получения их в аренду для использования в целях внутриусловного стока. В статье приводятся документы, подтверждающие совершение этих сделок на западе США, там, где рыночные сделки с водой для таких целей окружающей среды, как рыболовство, рекреация и охрана водно-болотных угодий, были наиболее активными. Подобные сделки свидетельствуют, что предполагаемые теневые цены при нерыночной оценке воды затрагивают реальную стоимость, которую организации готовы вернуть в виде реальных денег.

### **Покупка воды для экологических целей**

Рыночные сделки по воде могут заключаться как в процессе индивидуальных переговоров, так и через брокеров, по телефону или в некоторых штатах по интернету. Если в данной местности так мало рыночных сделок, что «объективные» цены не возможны, цены и специальные условия заключения сделки определяются по дого-

воренности. (Colby, 1990). Из-за того, что воду в процессе рыночных сделок получают через добровольные действия, обладателям прав на воду полностью возмещается продажа и сдача в аренду их прав на воду.

Федеральное правительство, органы штата, частные организации и отдельные фермеры вовлекаются в водный рынок. В качестве примера вовлечения федерального правительства в водный рынок рассматривается рынок воды долины Лахонтан (штат Невада), который стал официальным по делу об урегулировании прав на воду в США. (PL101-618). На этом рынке воды управлению по рыбоводству и дикой природе США было предложено 500 долларов США за акро-фут воды и приобретено 40 прав на воду в общей сложности приблизительно на 19000 акро-футов воды (Ise & Sunding, 1998).

Поскольку права на воду и водные законы очень сложны, большинство покупателей до осуществления покупки проводят правовую оценку. Бюро мелиорации США проводит всесторонний отбор, который обычно включает именной поиск, проверку владельца, оценку прав старшинства, обзор исторической структуры посевных площадей, и проверку орошаемых за последние 5 лет земель. Не всякая оценка является столь всесторонней как в Бюро, но очень важно знать количество, право старшинства и действительность прав на воду до совершения окончательной сделки на рынке воды (Landry, 1998).

### **Виды водных сделок**

Есть три вида сделок по воде: аренда, покупка и дарение. В настоящей работе рассматриваются только аренда и покупка, так как только они имеют рыночную стоимость. Дарение не имеет прямой рыночной стоимости (хотя может быть сумма, сэкономленная за счет уменьшения налоговых платежей). Аренда – это временный контракт, который достаточно гибкий и имеет, по крайней мере, два преимущества. Первое, аренда позволяет обладателям прав на воду свыкнуться с идеей о продаже внутриусловного стока. Обладатели прав на воду имеют шанс увидеть, как аренда затрагивает их потребности на воду, а организации могут оценить, насколько эффективно количество арендуемого внутриусловного стока для достижения целей окружающей среды. Второе, аренда позволяет организациям определять, насколько существенно передача воды воздействует на местные общины. Многие критики обеспокоены тем, что переключение воды не на цели орошения может ослабить экономическую базу общин. Аренда также достаточно гибка для согласования потребностей как покупателей, так и продавцов. Есть много вариантов аренды, от стандартной годовой и многолетней до аренды на засушливый год и сезонно распределенной аренды. По аренде на засушливый сезон договоренность о доступе к воде в течение периода засухи достигается заранее. Сезонно распределенная аренда позволяет заранее оговорить определенную часть права на воду использовать для орошения в начале года, оставляя другую часть права для внутриусловного или экологического использования в конце года (Landry, 1998).

Покупки прав на воду содержат в себе постоянные передачи, что предлагает долговременное решение специфических экологических проблем, связанных с водой. Большинство частных групп, приобретающих воду для целей охраны окружающей среды, предпочитают покупку прав на воду ежегодной аренде воды. Например, водный траст Орегона в прошлом рассчитывал на аренду воды, но сейчас рассматривает ее в качестве временного механизма и перемещает акцент на покупку прав на воду (Landry, 1998). Многие организации согласны с тем, что покупка является лучшим вариантом для водотоков, которые имеют хронические проблемы стока, а также для мест обитания видов, которые могут быть сохранены только при долговременном водном стоке, который возможен с приобретением прав на воду.

## Пространственные масштабы рынков воды

Большинство сделок на рынке воды возникает не на полностью конкурентном рынке со множеством прекрасно информированных покупателей и продавцов. На нынешней стадии развития западного рынка воды сделки о воде часто включает несколько покупателей, которые ищут готовых продать свои права продавцов из числа нескольких отдельных лиц, наделенных преимущественными правами на воду из определенной реки. Таким образом, в некоторых случаях, например, на маленьких водосборах, отсутствует традиционный конкурентный рынок из-за того, что может быть очень малое количество продавцов, имеющих право на воду данной реки, в которой орган или группа хочет увеличить внутрирусловый сток, в частности, для рыболовства или целей охраны окружающей среды. В других случаях, например, при обеспечении водой больших территорий водно-болотных угодий на территории Фаллонн в Неваде, много ирригаторов, которые могли бы снабжать водой, и большая конкуренция на стороне поставщиков. На таких больших речных бассейнах, как река Снейк, Бюро мелиорации США может определять множество обладателей прав на воду, которые могут обеспечивать водой, хотя Бюро может быть доминирующим покупателем. Таким образом, размер рынка или насыщенность рынков малым количеством продавцов и покупателей, или конкуренция с многочисленными покупателями и продавцами, будет зависеть от размера водосбора и экологических целей, для которых приобретается вода.

Следовательно, у нас может быть либо монополистический рынок (один продавец), либо монополистический рынок (один покупатель). Несмотря на то, что приводимые в наших данных рыночные цены необязательно конкурентные, тем не менее, они являются суммой, которую добровольно согласовали покупатель и продавец. Они иллюстрируют предельные выгоды воды для экологических целей, а также допустимые расходы продавцов. Так как подобные сделки становятся привычным явлением, будет интересно посмотреть, упадут ли цены на более конкурентном уровне.

### Данные

Для осуществления анализа сделок для экологических целей основным источником информации стал Журнал Water Strategist (Stratecon, Inc., 1995-99). Журнал информирует о торговле водой, финансировании, законодательстве и судебных процессах. С января 1995 года в нем открыт специальный раздел под названием «Сделки», который помещает перечень ежемесячных покупок, аренды и обмена воды на западе Соединенных Штатов. Раздел «Сделки» приводит документы о покупателях и поставщиках воды, местах расположения воды, целях сделок, ценах и количестве переданной воды, а также современном состоянии сделки. Также содержится краткий обзор с дополнительной информацией о сделке. Для проведенного анализа использовались журналы с января 1995 до декабря 1999 года. До января 1999 года журнал выходил раз в три месяца, а сейчас - ежемесячно. Анализ начат с данных января 1995 года, потому что с этого времени экологические сделки начали полностью документироваться на основании их экологических целей.

Авторы также систематизировали дополнительные сделки по покупке воды для экологических целей у Симона (Simon, 1998), который сообщал данные о некоторых сделках по воде Министерства внутренних дел США. Пользуясь данной работой и 28 выпусками журнала Water Strategist, авторы составили каталог 84 совершенных сделок. Десять из одиннадцати западных штатов плюс один штат Среднего запада Небраска имели полностью документированные сделки. Количество сделок на штат колеблется от одного арендного соглашения в Монтане и одной покупки в

Небраске до 24 в Калифорнии. В таблицах 1 и 2 приведен полный список. Рыночная стоимость за акро-фут воды для всех сделок до 1999 года была приведена к долларам США 1999 года при помощи индекса потребительских цен.

**Таблица 1. Сводка сделок по аренде воды на западе США  
(долл. США, цены 1999 года)**

	Цена годовой аренды воды (\$/акро-фут)	Среднее количество арендованной воды (акро-футы)	Количество сделок
Аризона	41	2 000	1
Калифорния	48	40 109	24
Колорадо	11	2 298	6
Айдахо	19	84 586	7
Монтана	2	72 270	1
Нью Мексико	6.50	23 500	2
Орегон	114	4 463	6
Вашингтон	34	1 869	5

*Источник: Подсчитано из журналов Water Strategist, январь 1995 – декабрь 1999*

## Результаты

В данном исследовании количество воды оценивалось по средней цене за акро-фут воды в 609 долларов США для прав на воду и 30 долларов США за один год аренды. В таблицах 1 и 2 представлена сводка покупок прав на воду и аренды воды. В штате Айдахо самое большое количество взятой в аренду и купленной воды (большей частью для поддержания стока для лосося). Невада занимает второе место по покупкам с большим количеством воды, купленным Управлением по рыбоводству и дикой природе США для поддержания водно-болотных угодий и восстановления Национального заповедника Стилуотер вблизи Фаллон, Невада. В Калифорнии самое большое количество сделок по аренде воды.

Интересно отметить, что в литературе многое из арендной стоимости за акро-фут сходно с нерыночной рекреационной стоимостью внутриусловного стока, оцененного при помощи расходов на перемещение и методов вероятностной оценки. (Loomis, 1986). Как указано в таблицах 1 и 2 рыночная стоимость в некоторых штатах достаточно высока, в Орегоне, например, средний годовой показатель аренды 114 долларов США за акро-фут. В Орегоне акцент при заключении сделок на рынке воды сделан на привлечение воды для восстановления мест обитания лосося и стальноголового лосося, а с недавних пор и форели. Эти цены не только представляют стоимость с разницей для экологических целей, но также разъясняют некоторые вопросы относительно расходов фермеров по аренде воды. Как видно, в Колорадо и Айдахо стоимость довольно низкая, и таким образом допустимые расходы обеспечения внутриусловного стока на некоторых территориях этих штатов довольно низкие.

**Таблица 2. Сводка сделок по покупке прав на воду на западе США (долл. США, цены 1999 года)**

	Цена прав на воду (\$/акро-фут)	Среднее количество купленных акро-футов	Количество сделок
Аризона	42	1157	4
Калифорния	2817	399	1
Колорадо	1088	91	10
Айдахо	131	8258	3
Небраска	794	1288	1
Невада	995	7315	5
Орегон	243	3858	5
Юта	1200	316	2
Вашингтон	830	361	1

Источник: Подсчитано из журналов Water Strategist, январь 1995 – декабрь 1999

**Таблица 3. Денежная стоимость, оплаченная за покупку прав на воду и аренду воды для экологических целей на западе США**

	Права на воду <sup>a</sup>			Аренда прав на воду <sup>a</sup>		
	Количество сделок	Процент сделок	Стоимость (\$/акро-фут)	Количество сделок	Процент сделок	Годовая (\$/акро-фут)
Внутрирусловый сток	18	56	753	35	67	45.82
Исчезающие и вымирающие виды	7	22	1010	6	12	58.32
Прибрежные цели	2	6	42	0	0	NA
Рыболовство	10	31	511	29	56	40.82
Рекреация	11	34	1245	4	8	9.80
Качество воды	3	9	917	0	0	NA
Водно-болотные угодья	2	6	1111	7	13	55.08
Дикая природа	12	38	1019	10	19	35.53
Обслуживание экосистем	11	34	1061	7	13	40.70

NA – неприменимо

<sup>a</sup> Обратите внимание, что проценты составляют более 100% в связи с тем, что покупатели указывали более одного назначения в некоторых покупках.

Источник: Подсчитано из журналов Water Strategist, январь 1995 – декабрь 1999

### **Экологические цели водных сделок**

Как показано в таблице 3, наиболее частые цели, зафиксированные при покупке прав на воду, увеличение внутриусловного стока (56%). Однако, более специфичными причинами для покупок прав на воду были охрана живой природы (зачастую водоплавающих птиц), восстановление экосистем, рекреация, рыболовство и охрана находящихся под угрозой исчезновения и вымирающих видов.

При аренде прав на воду внутриусловный сток также был самой распространенной причиной, но в отличие от покупок прав на воду, вторым по распространенности основанием для аренды стало рыбоводство. К аренде прибегали почти в два раза чаще, чем к покупке для целей охраны находящихся под угрозой исчезновения и вымирающих видов, рекреации, охраны дикой природы и экосистем. В таблице 3 также представлена денежная стоимость, уплачиваемая за покупки и аренду воды в западных штатах для экологических целей. Несколько сделок по покупке воды было осуществлено в пределах 1000 долларов США за акро-фут для целей охраны находящихся под угрозой исчезновения и вымирающих видов, рекреации, охраны дикой природы и экосистем. Напротив, ежегодная аренда воды была в пределах 40-50 долларов США за акро-фут для большинства видов использования. Подразумеваемая учетная ставка составляет приблизительно 5% для уравнивания стоимости годичной аренды со стоимостью покупки прав на воду.

При нескольких тысячах продаваемых и тысячах арендуемых каждый год акро-футов воды по ценам выше, чем конкурирующая сельскохозяйственная стоимость, обществам по управлению водой ясно демонстрируются деньги в экологическом использовании воды.

### **Сравнение с оценками нерыночной стоимости воды**

Несмотря на то, что рыночные сделки с реальными деньгами, переходящими от одного владельца к другому, больше говорят специалистам по управлению водой, чем теневые цены воды, оцениваемые нерыночными методами, тем не менее два вида стоимости являются более приближенными в соглашениях, чем специалисты по управлению могут предположить. Браун (Brown, 1991) расположил в виде таблиц многие из нерыночных оценок рекреационных выгод, выводимых из расходов на перемещение и методов вероятностной оценки. Браун (Brown, 1991) сообщает, что многие из оценок ежегодных выгод находятся в пределах 1-12 долларов США за акро-фут, при 25 долларах США за акро-фут, являющейся самой частой высокой стоимостью. При сравнении этих оценок с данными таблицы 3, обнаруживается, что некоторые из них достаточно тесно сопоставляются. В частности, арендная стоимость для целей рекреации в таблице 3 указывается в 9.80 долларов США за акро-фут, что очень близко к данным Брауна (1991). Пересчет за год покупок прав на воду для рекреационных целей с предполагаемой учетной ставкой в 5% выводит стоимость в 62 доллара США за акро-фут, что значительно выше, чем в исследованиях, приводимых Брауном (1991). Вопрос для специалистов по управлению водой в том, что нерыночные методы оценки для рекреации обеспечивают оценки очень близкие и в том, какие общественные органы на самом деле платят за воду для внутриусловного стока для рекреационных целей.



## **Выводы**

Сделки по воде для экологических целей становятся более частыми и приобретают большую денежную стоимость. За последние пять лет на западе Соединенных Штатов было куплено или арендовано прав на воду для широкого спектра экологических целей, включая рекреацию, рыбоводство и водоплавающих птиц, более чем на 100 миллионов долларов США. Тот факт, что общественные и некоммерческие организации были способны покупать воду в процессе добровольных сделок, говорит о том, что экологическая стоимость воды сейчас превышает стоимость предельного количества орошаемой воды в некоторых местах западных Соединенных Штатов, иначе фермеры не могли бы продавать свои права на воду. Рынки воды для экологических целей будут содействовать перераспределению воды от более старых, низкоценных видов использования на новые, более высоко оцененные виды. Так как рынки воды развиваются, а стоимость водных ресурсов выявляется через рыночные сделки, их стоимость будет в дальнейшем демонстрировать, что экологическое использование воды ценно для общества и должно признаваться как полезное на равной основе с традиционными видами водопользования.

## **Экологическое состояние низовьев рек Амударьи и Сырдарьи и необходимость экологических попусков по ним**

**Сорокин А.Г., Тучин А.И., Никулин А.С., Сорокин Д.А.**  
Научно-информационный центр МКВК

### **Состояние вопроса**

В исследованиях динамики Аральского моря последнего столетия обычно выделяются два периода: стабильный, когда естественный баланс моря определялся природными условиями, а восстановительные ресурсы внешней среды доминировали над результатами человеческой деятельности, и не стабильный, при котором возмущения, вносимые этой деятельностью, стали превышать восстановительные возможности природных ресурсов. Предельный уровень, при котором естественные восстановительные процессы еще доминировали над процессами человеческой деятельности, сложился в бассейне Аральского моря примерно в середине пятидесятых годов. Дальнейшее техногенное развитие этого региона начало вносить уже необратимые изменения в окружающую среду. Начиная с шестидесятых годов, уровень Аральского моря регулярно снижался. Процесс его снижения привлек внимание большого количества исследователей и, как следствие, повлек разработки большого количества разных математических моделей, отражающих различные аспекты в процессах, развивающихся, как непосредственно в самом море, так и в Приаралье, в целом [1, 2, 3]. Поскольку основным процессом, от которого зависят все остальные, является уменьшение объема водного тела самого моря, то практически все работы по комплексному исследованию опираются на водно-солевой баланс акватории Аральского моря, с последующей детализацией его отдельных гидрологических составляющих. В свою очередь, каждая гидрологическая составляющая отражает какой-либо процесс, который можно определить, как процесс следующего уровня иерархии с собственными составляющими, как правило, не гидрологической природы, например, одна из важнейших гидрологических составляющих – объем речного стока, обусловлена как гидрологическими характеристиками самой реки, так и объемами водозабора, обусловленными результатом хозяйственной деятельности человека. По мере снижения уровня Аральского моря и как следствие, уменьшения свободной поверхности его акватории, в общем водно-солевом балансе, возрастает роль мелководных водоемов, расположенных на территории дельты реки Амударьи. Динамика развития этих водоемов вполне естественна, поскольку отход береговой линии моря с одновременным ростом минерализации воды, сместил направление в рыбном промысле местного населения с акватории моря на акватории водоемов, что в свою очередь, привело к разработке серии проектов по реконструкции существующих и созданию новых, искусственных водоемов с управляемым режимом. Начиная с 1990г, водное тело Аральского моря разделилось на две емкости с различными уровнями свободной поверхности, Малое море – северная часть бывшей акватории и Большое море – соответственно, южная часть. Отметка свободной поверхности Малого моря, в последнее десятилетие, стабилизировалась вокруг значения ~40,0 БС. Уровень Большого моря продолжает падать и, к настоящему времени, опустился до отметки ~30,0 БС, с площадью свободной поверхности, этой части акватории, менее 20 000 км<sup>2</sup>. Свободная поверхность дельтовых озер реки Амударьи в многоводные годы достигает значений ~2 000 км<sup>2</sup>, при этом, их объем испарения составляет 15% от объема испарения с поверхности акватории самого моря. Поэтому дальнейший

этап исследований динамики изменений Аральского моря неразрывно связан с динамикой реконструкции и развития дельтовых озер реки Амударьи.

## **1. ВОДОХОЗЯЙСТВЕННАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА ПРИАРАЛЬЯ (УСЛОВИЯ СТАБИЛИЗАЦИИ)**

### **1.1. Характеристика Приаралья**

#### **1.1.1. Экологическое состояние Южного Приаралья**

Дельта реки Амударьи охватывает территорию порядка 30 000 км<sup>2</sup>, на которой расположены системы мелководных озер. С левой стороны дельтовые озера упираются в восточный чинк Устюртского плато, вдоль которого существует твердый берег. На остальном протяжении контура озер имеют преимущественно тростниковые заросли, плавно подходя к возвышенности Акпетки. Центральная часть системы включает Междуреченское водохранилище, озеро Рыбачье и Муйнакский залив. Справа находятся озера Думалак и Джилдырбас. Левая часть плотно занята большим количеством средних озер, крайним из которых является система Судочье, выходящая через Аккумуляционную гряду к заливу Аджибай. В 60 годах, при отметке Аральского моря ~53,0 м БС., основная часть дельтовых озер реки Амударьи представляла собой приморский участок дельтовой равнины, затопляемый морем. В многоводные годы эти озера почти полностью опреснялись и приобретали свойства хорошо проточных водоемов. Речная вода поступала из канала Раушан и через тростниковые заросли со стороны Караджарской ложбины в систему Судочье, а через отводы Междуреченского водохранилища наполнялись Рыбачье, Муйнак, река Акдарья и озера Думалак, Джилдырбас. В периоды сокращения притока пресных вод эти озера затоплялись морем, в результате чего происходило резкое изменение физических и химических свойств воды, и соответственно изменялась их биологическая продуктивность. В морфологическом плане эти озера состоят из нескольких ложбинообразных понижений с глубинами от 0,5 до 4,0 м, разделенных невысокими подводными грядами, плотно заросшими тростником. С падением уровня Аральского моря и сокращением речного стока, эти озера стали играть роль аккумуляторов и естественных испарителей коллекторно-дренажного стока, с резким уменьшением объемов воды и увеличением её минерализации. Помимо основного русла в дельте реки Амударьи действуют шесть коллекторов, подающих воду в различные озерные системы и являющиеся, в настоящее время, наиболее стабильными источниками водных ресурсов.

Осадки, как элемент водного баланса, в дельте реки Амударьи, составляют незначительную часть. Среднемноголетняя сумма осадков находится в пределах 75-110 мм в год. Причем учитываются только осадки, которые поступают непосредственно на водную поверхность, так как при малых уклонах местности, поверхностный сток отсутствует, а поступившие на земную поверхность осадки полностью расходуются на насыщение почвы. Ливневые осадки не наблюдаются. Важнейшей составляющей водного баланса водоемов дельты реки Амударьи является испарение, слой которого в летние месяцы достигает значений ~ 200 мм/месяц со свободной поверхности воды. Еще большие потери ресурсов происходят с поверхности воды занятой растительностью. Эвапотранспирация тростника и рогоза увеличивает слой испарения в 1,6 ~1,7 раза, и достигает значений ~ 340 мм/месяц, при среднегодовом слое ~1500 мм/год. Поэтому одним из основных параметров, формирующих водохозяйственный и экологический баланс озер, являются площади занятые тростником и минерализация воды.

Функционирование системы водоемов дельты реки Амударьи в зимних условиях существенно отличается от их летнего режима по следующим основным причинам:

- летом гидравлические уклоны системы водоемов в основном, формируются условиями испарения с открытой поверхности, поэтому в период октябрь – ноябрь происходит наполнение мелководной части с последующим замерзанием;
- мелководные водотоки подвергаются более раннему промерзанию, в результате этого происходит изменение структуры водообмена в системе водоемов;
- резко изменяется кислородный режим, поскольку в мелководных водоемах за счет ветрового перемешивания количество растворенного кислорода летом близко к 100%, тогда как после покрытия водоема ледяной коркой окислительные процессы различных биоценозов на дне используют практически весь растворенный кислород (сказывается небольшая глубина водоема).

Изменяется минерализация водоема, как по причине выпадения солей в осадок из-за понижения температуры, так и по другой, менее изученной причине, которая обусловлена эффектом меньшей минерализацией образующегося льда, в сравнение с замораживаемой водой. Качественное объяснение этого эффекта можно дать, исходя из известного факта понижения точки замерзания при росте солёности воды, что приводит в силу неоднородности водной массы, к замерзанию в первую очередь более пресной ее части. Этот вопрос изучен недостаточно, однако очень важен для оценки экологических условий в дельте реки Амударьи, поскольку при малых глубинах объемы льда и воды имеют значения одного порядка. Согласно имеющимся наблюдениям, ледовые явления в дельте реки Амударьи характеризуются следующими параметрами. Среднемноголетняя дата очищения озер ото льда относится к середине марта. Самая ранняя дата - 1 февраля 1953 г., самая поздняя - 8 апреля 1957 г. Средняя дата начала осенних ледовых явлений - середина ноября, самая ранняя из наблюдавшихся 8 ноября 1958 г., а самая поздняя 1 января 1962 г. Средняя дата начала ледостава - первая декада декабря. Таким образом, средняя продолжительность ледовых явлений составляет ~ 120 дней. В среднем толщина ледового покрытия на озерах зависит от суммы отрицательных температур воздуха и достигает 0,7 метра.

Водохозяйственная инфраструктура Приаралья складывается из:

- существующих водоемов;
- проектируемых водоемов;
- действующего русла реки Амударьи;
- старых участков русла, заполняемых лишь при крупных паводках;
- действующей системы каналов, с возможными вариантами реконструкции;
- действующей системы коллекторов;
- элементов сопряжения действующих и проектируемых водоемов;
- Аральского моря.

Последний элемент, Аральское море, на этапе калибровки рассматривается в виде одного водоема, поглощающего весь избыток водных ресурсов, уходящих из Приаралья, имеющего средневзвешенную отметку свободной поверхности, динамика которой является основным индикатором для калибровки коэффициентов математической модели. Исключение реки Сырдарьи из основной инфраструктуры Приаралья обусловлено тем, что сток реки Сырдарьи поступал в Аральское море до 1974г., объем стока измерялся по результатам замеров в створе города Казалинск. В 1974 году основное русло реки Сырдарьи было перекрыто глухой плотиной, а незначительное количество стока, сбрасываемого Казалинским гидроузлом, используется на обводнение внутренних водоемов дельты Сырдарьи и Малого моря. Таким обра-

зом, на этапе калибровки коэффициентов математической модели объем стока реки Сырдарья принят равным нулю, поскольку в период 1980 – 2000 гг. сообщение между Большим и Малым Аральским морем практически отсутствовало.

Створ «Саманбай» в настоящее время является самым последним (или самым близким к Аральскому морю) створом реки Амударья, имеющим постоянно действующий гидрологический пост, информацию которого о водных ресурсах можно рассматривать как замыкающую ствол реки Амударья. Ранее действующий гидрологический пост в створе Темирбай в 25 км от устья в 1982 г. закрыт в связи с постройкой глухой плотины по основному руслу Амударья. Остаточный сток через Междуреченское водохранилище направляется на хозяйственные нужды левобережья междуречья, а его дальнейшее растекание происходит в дельте реки по множеству рукавов, гидравлические параметры которых постоянно меняются как под воздействием природных процессов, деформирующих ландшафт, так и в результате различных инженерно-технических мероприятий, обусловленных хозяйственной деятельностью в Приаралье. На территории Приаралья существуют девять озерных систем:

- озерная система Судочье (Большое Судочье, Бегдула-Ойдын, Акушпа, Каратерень);
- водоем Аджибай;
- озеро Машанкуль;
- озеро Илменкуль;
- озеро Джилтырбас;
- система озер Думалак;
- водоем Муйнак;
- водоем Рыбачье;
- водохранилище Междуреченское;
- зона Лиманного орошения.

Действуют шесть коллекторов, подающих воду в различные озерные системы:

- коллектор ККС ⇒ система Судочье;
- коллектор Устюрт ⇒ система Судочье;
- коллектор КС-1 ⇒ система Джилтырбас;
- коллектор КС-2 ⇒ Коллектор КС-3;
- коллектор КС-3 ⇒ система Джилтырбас;
- коллектор КС-4 ⇒ система Акпетки.

Система существующих каналов и проток, участвующая в перераспределении водных ресурсов между существующими водоемами:

- взрывной канал: система Судочье ⇒ водоем Аджибай;
- канал Машан\_Караджар: река Амударья ⇒ озера Машанкуль, Ильменкуль;
- канал Раушан: река Амударья ⇒ система Судочье;
- рисовый канал: канал Раушан ⇒ зона Лиманного орошения;
- канал Судочье: канал Ордженикидзе ⇒ система Судочье;
- канал Кунград-Муйнак (две ветки): Правая ⇒ канал Главмясо, Левая ⇒ водоем Муйнак;
- канал Главмясо1: водохранилище Междуреченское ⇒ водоем Муйнак;
- канал Главмясо2: водохранилище Междуреченское ⇒ водоем Рыбачье;
- канал Маринкинузьяк: водоем Рыбачье ⇒ озера Машанкуль, Ильменкуль;
- река Акдарья: водохранилище Междуреченское ⇒ система озер Думалак;
- канал (протока) Казахдарья: река Амударья ⇒ система Джилтырбас.

По режиму питания водоёмы Приаралья можно подразделить на:

1. водоёмы, питающиеся коллекторно-дренажной водой;
2. водоёмы, питающиеся речной амударьинской водой;
3. водоёмы, имеющие смешанное питание.

По характеру водообмена:

1. проточные - водоёмы центральной зоны - Междуречинское водохранилище и оз. Макпалкуль;
2. слабо (периодически) проточные – большинство водоёмов зоны формирования водоемов – в левобережной зоне - оз. Западный Каратерень, Большое Судочье, Бегдулла-Айдин, в центральной зоне - оз. Машанкуль, Рыбачий и Муйнакский заливы, в правобережной зоне – Джилтырбаский залив, Дауткульское водохранилище;
3. бессточные – оз. Акушпа, Тайлы, Восточный Каратерень, Ходжакуль и Ильменькуль.

Уровень минерализации водоёмов в зонах их формирования определяется уровнем минерализацией воды источников питания и степенью их проточности. Минерализация воды проточных водоёмов центральной зоны, питающейся водой р. Амударьи практически не отличается от речной воды и колеблется в пределах от 0,8 до 1,9 г/л. Это, в основном, пресные, олигогалинные или очень слабо мезогалинные водоёмы.

Минерализация водоёмов, имеющих смешанное питание и питающихся только коллекторно-дренажными водами, во многом определяется степенью проточности, площадью водного зеркала и сезоном года: чем ниже проточность и больше площадь водного зеркала, тем выше минерализация воды. В летний период года с увеличением интенсивности испарения проявление этой зависимости усиливается.

Минерализация воды коллекторов в зависимости от водности и сезона года колеблется в пределах от 1,2 до 5,5 г/л, в маловодном 2000 г в коллекторе ККС она достигла 8,84 г/л. (табл. 3). За исключением экстремально маловодных лет, коллектора зоны формирования водоемов относятся к слабо и умеренно мезогалинным водотокам.

В тоже время минерализация воды озера и заливов, получающих воду из этих коллекторов, достигает 3,5-14,6 г/л, т.е. почти в 2-3 раза превышает минерализацию водотоков. По степени солёности воды они относятся к умеренно и сильно мезогалинным водоёмам.

Бессточные водоёмы в дельте р. Амударьи являются аккумуляторами сбросных коллекторно-дренажных вод и поэтому характеризуется высокой степенью минерализации воды. Наиболее крупным бессточным водоёмом зоны формирования водоемов является озеро Акушпа, минерализация воды которого в последние годы колебалась от 18 г/л в районе поступления части стока коллектора ККС, до 40 г/л в противоположной, южной оконечности озера. В 2000 г., из-за экстремально маловодности, сток коллектора в озеро практически прекратился, что привело к резкому увеличению его солёности. Минерализация воды в озере увеличилась до 31,3-70,0 г/л. По степени солёности воды оно стало относится к эу- и ультрагалинным водоёмам.

Без проведения специальных гидротехнических мероприятий, направленных на восстановление его проточности и уменьшение степени минерализации воды, это озеро в недалёком будущем обречено на практически полное лишения полноценной биоты. Промысловые виды рыб полностью выпали из состава ихтиофауны этого озера, которая представлена здесь только несколькими видами мелких, солеустой-

чивых сорных рыб. Таким образом, проточность водоёмов является одним из основных факторов обуславливающих гидрохимический режим озёр. Поэтому для создания в водоёмах благоприятного и стабильного гидрохимического режима, особенно для водоёмов, источниками питания которых являются коллекторные воды, необходимо обеспечить высокую степень проточности.

Сводный график водных ресурсов в Южном Приаралье приведен на рис. 1



**Рис. 1. Приток и отток Южного Приаралья в многолетнем разрезе**

Сравнение данных, полученных путем оцифровки топографических карт в НИЦ МКВК, с данными САНИИРИ 1990 г., почвенной картой САНИИРИ 1992 г. и схематическими оценками ландшафтной карты проекта НАТО 974101 на уровне 2000 г. позволили установить:

- экологически критические зоны, характеризующиеся динамично неустойчивыми ландшафтами (движущимися песками в форме бархан и дюн), сохранившиеся без изменения в течение последних 10 лет, составляют площади по наложению слоев 127,5 тыс.га - первая зона;
- экологически нестабильные зоны, характеризующиеся потенциально неустойчивыми ландшафтами (песчаные почвы с глубиной залегания грунтовых вод, с редким кустарником и тамариском) и сохранившие опасность в течение 8-20 лет, составляют площадь по наложению слоев 533,6 тыс. га - вторая зона;
- два катастрофически маловодных года - 2000 г. и 2001 г. - привели к практическому высыханию всех водоемов в Южном Приаралье. По данным дистанционных наблюдений апреля 2000 г., площади обводненных угодий составили 56,0 тыс. га, площади увлажненных угодий 288,4 тыс. га, тогда как к ноябрю 2000 г. площади обводненных угодий снизились до 16,4 тыс. га, площади увлажненных угодий 27,9 тыс. га по сравнению с 1999 годом, когда только обводненные

угодья составляли 79,6 тыс.га. К лету 2001 г. соответственно площади угодьев ветландов сократились до 19,5 тыс.га., а водных угодьев – 15,4 тыс.га.

Учитывая, что маловодные годы идут парами по Амударье, следует предполагать, что данное состояние является наилучшим, а в дальнейшем естественное состояние дельты улучшится. Данное предположение уже подтвердилось результатами апреля 2002г., ибо гидрограф стока Амударьи резко пошел в сторону среднемноголетних значений.

Основными зонами социально-экономического ущерба является окружение Муйнака и в основном западная часть бывшей дельты Амударьи. Эти результаты нашли отражение в брошюре, изданной НИЦ МКВК и распространенной более, чем по 200 адресам на русском и английском языках.

### **1.1.2. Состояние и водные ресурсы Северного Приаралья**

Водные ресурсы низовьев складываются из:

- среднемноголетнего притока к Чардаринскому водохранилищу (ЧВХ) в объеме 14,5 км<sup>3</sup> в год;
- остаточного стока р. Арысь – 0,5 км<sup>3</sup>;
- возвратных коллекторно-дренажных вод (КДВ) от орошения 0,7 км<sup>3</sup>.

Гарантированный приток к ЧВХ, установленный соответствующими документами о водodelении (1982, 1992 гг.), составляет 12 км<sup>3</sup> в средневодные и 10 км<sup>3</sup> в маловодные годы. Сезонный режим притока в ЧВХ определяется работой Токтогульского водохранилища и боковой приточностью р. Сырдарьи между этими водохранилищами.

До 1988 г. поступления воды в ЧВХ осуществлялось в ирригационном режиме (зима – 40%, лето – 60%), обеспечивавшем требования нормального водообеспечения экономики в низовьях. С 1989г. Эксплуатация Токтогула непрерывно менялась в сторону энергетического режима и к 1997-98гг. зимний приток к ЧВХ увеличился до 70% от годового объема. Это вынуждало осуществлять холостые сбросы из ЧВХ в Арнасай, средний объем которых составлял за период 1993-1997гг. 3,7 км<sup>3</sup>, или 18% годового притока. В результате снижалась водообеспеченность водохозяйственных и экологических объектов низовьев в летнее время.

Режим сработки ЧВХ ориентирован исключительно на удовлетворение весенне-летних потребностей сельского, рыбного хозяйств и обводнения природных комплексов низовьев реки. Зимние сбросы ограничиваются этими потребностями, а также недостаточной пропускной способностью реки и составляют в среднем около 30% от годовой сработки. Потери воды в ЧВХ оцениваются в 0,5-0,6 км<sup>3</sup> в год.



**Таблица 1. Водохозяйственный баланс низовьев Сырдарьи (без дельты)**

Водопотребители		Средний объем (км <sup>3</sup> /год)	%	Диапазон изменений, км <sup>3</sup>	
				Макс.	Мин.
1	Орошаемое земледелие	6,37	66,4	6,88	5,50
2	Хозяйственно-экологические системы (без дельты)	2,06	21,4	2,61	0,70
3	Рыбное хозяйство (без дельты)	0,06	0,6	0,06	0,04
4	Промкомбыт	0,06	0,6	0,07	0,05
5	Дельта	1,05	11,0	1,50	0,42
<b>Всего:</b>		<b>9,60</b>	<b>100,0</b>	<b>11,12</b>	<b>6,71</b>

**Хозяйственно-экологические системы** представлены заливными сенокосами, обводняемыми пастбищами и озерно-растительными комплексами вдоль русла реки и по протокам. Являются источником жизни людей базой животноводства отдаленных районов и поддержания природного разнообразия. Площадь угодий непостоянна, характер обводнения – периодический, водообеспеченность на уровне 50%.

**Дельта р. Сырдарьи.** Водообеспеченность озерных систем, вводно-болотных угодий, сенокосов и природной растительности в пределах 60% , крайне не равномерна по годам. Более половины дельтовых угодий деградировано из-за отсутствия обводнения.

**Аральское Малое море** получало воду по остаточному принципу: при среднем объеме за период 1976-95гг. 1,8 км<sup>3</sup> с колебаниями от 0 до 6-7км<sup>3</sup> в год.

В целом структура распределения наличных водных ресурсов в последние 20 лет была следующей:

**Таблица 2. Распределение водных ресурсов**

Водопотребители	км <sup>3</sup>	%
Орошаемое земледелие	6,37	40,5
Животноводство	1,27	8,1
Рыбное хозяйство	0,90	5,8
Промкомбытовое водоснабжение	0,06	0,4
Экология	1,00	6,4
Потери	4,30	27,4
Водоприток в Аральское море	1,80	11,5
<b>Всего:</b>	<b>15,70</b>	<b>100</b>

Экономика низовьев потребляла 55% наличных водных ресурсов, экологические затраты стока, включая пополнение Аральского малого моря, не превышали 18%. Ретроспективный водохозяйственный баланс низовьев Сырдарьи в разрезе лет различной водности представлен в табл. 3.

**Таблица 3. Водохозяйственный баланс низовьев Сырдарьи (общий)**

Обеспеченность стока,% (водность) Статьи баланса	Средне- голетний	20% много- водный	90% мало- водный
<b>Ресурсы</b>			
Водоприток ЧВХ	14,49	18,80	8,80
Сток р. Арысь	0,47	0,68	0,20
Возвратный сток (КДВ)	0,75	0,85	0,67
<b>ИТОГО ресурсы</b>	<b>15,70</b>	<b>20,33</b>	<b>9,67</b>
<b>Затраты стока</b>			
Ирригация	6,37	6,88	5,50
Хозяйственно-экологические	2,06	2,61	0,70
Прочие отрасли	0,12	0,13	0,09
Дельта	1,05	1,50	0,46
Приток в Малое море	1,80	2,70	0,0
Потери	4,30	6,51	2,92
<b>Итого:</b>	<b>15,70</b>	<b>20,33</b>	<b>9,67</b>

## 1.2. Показатели устойчивости функционирования региона Приаралья

### 1.2.1. Южная часть

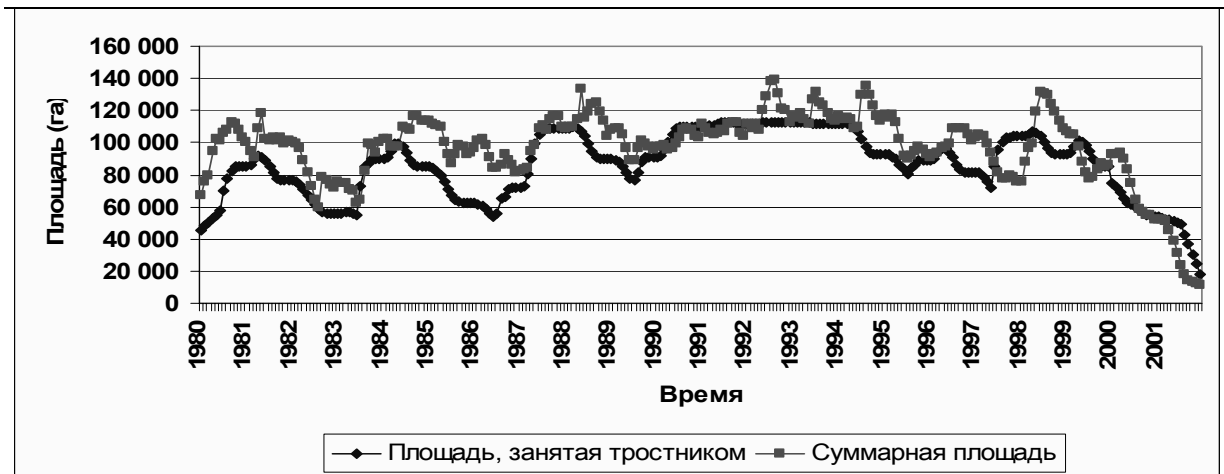
На основе вычислительных экспериментов была дана оценка функционирования системы водоемов при существующей инфраструктуре подводящих каналов и гидротехнических сооружений и по различным вариантам проекта.

Требования по объемам водных ресурсов в дельте реки Амударьи приводятся в табл. 4.

**Таблица 4. Водопотребление в вариантах комплексов сооружений (км<sup>3</sup>)**

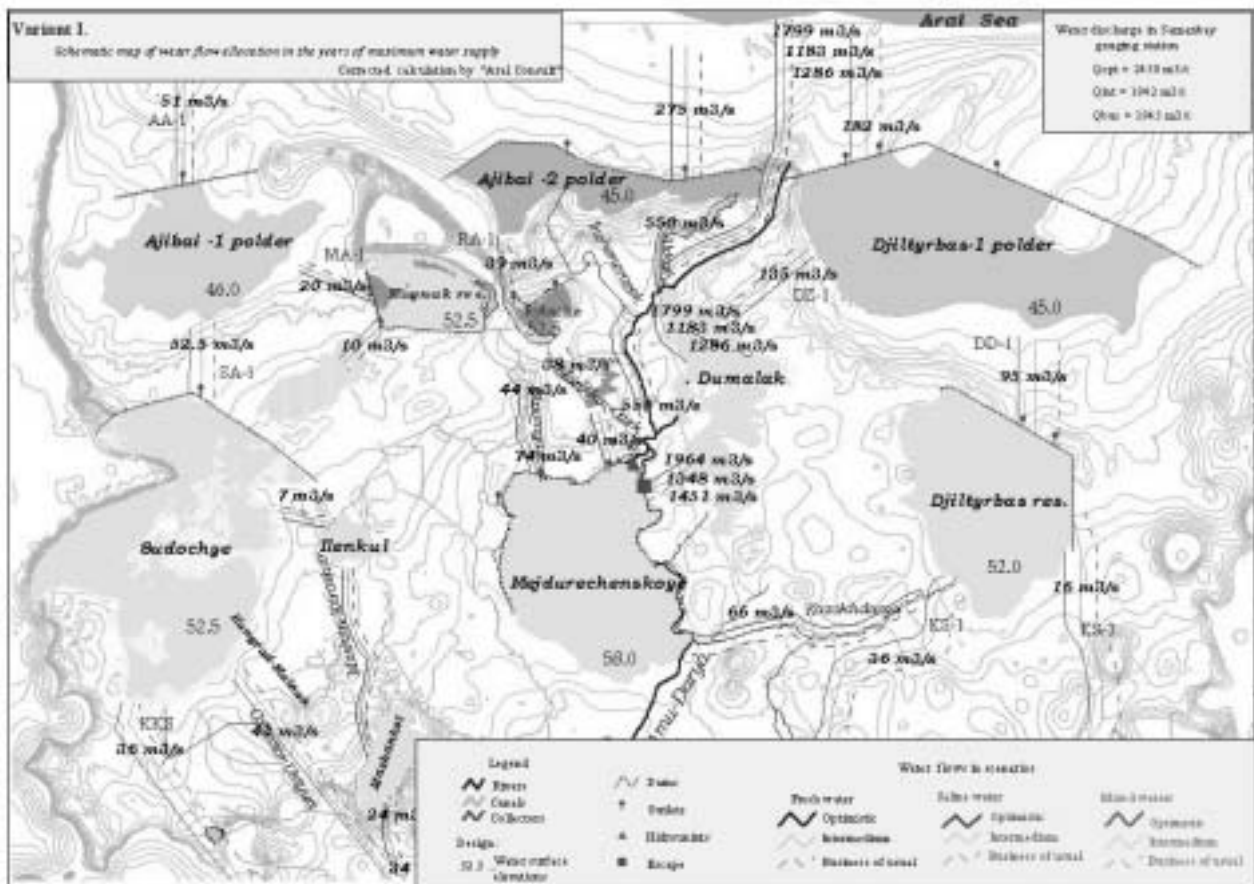
на заполнение емкостей	на испарение, фильтрацию и проточность	Всего
1. Система водохранилищ		
1,654	2,06	3,714
2. Система естественных озер		
0,67	1,021	1,691
3. Система искусственных озер		
1,396	1,901	3,297
Итого по всем системам		
3,72	4,982	8,702

Сравнительные графики изменения водной поверхности и площадей водной растительности приводятся на рис 2.



**Рис. 2. Изменение площади водной поверхности водоемов Приаралья и площади, занятой тростником**

На рис. 3 приводится схема, рекомендованного НИЦ МКВК по развитию водоемов Приаралья, а на рис. 4 - основные параметры функционирования этих водоемов, в условиях периодической подачи водных ресурсов.



**Рис. 3**

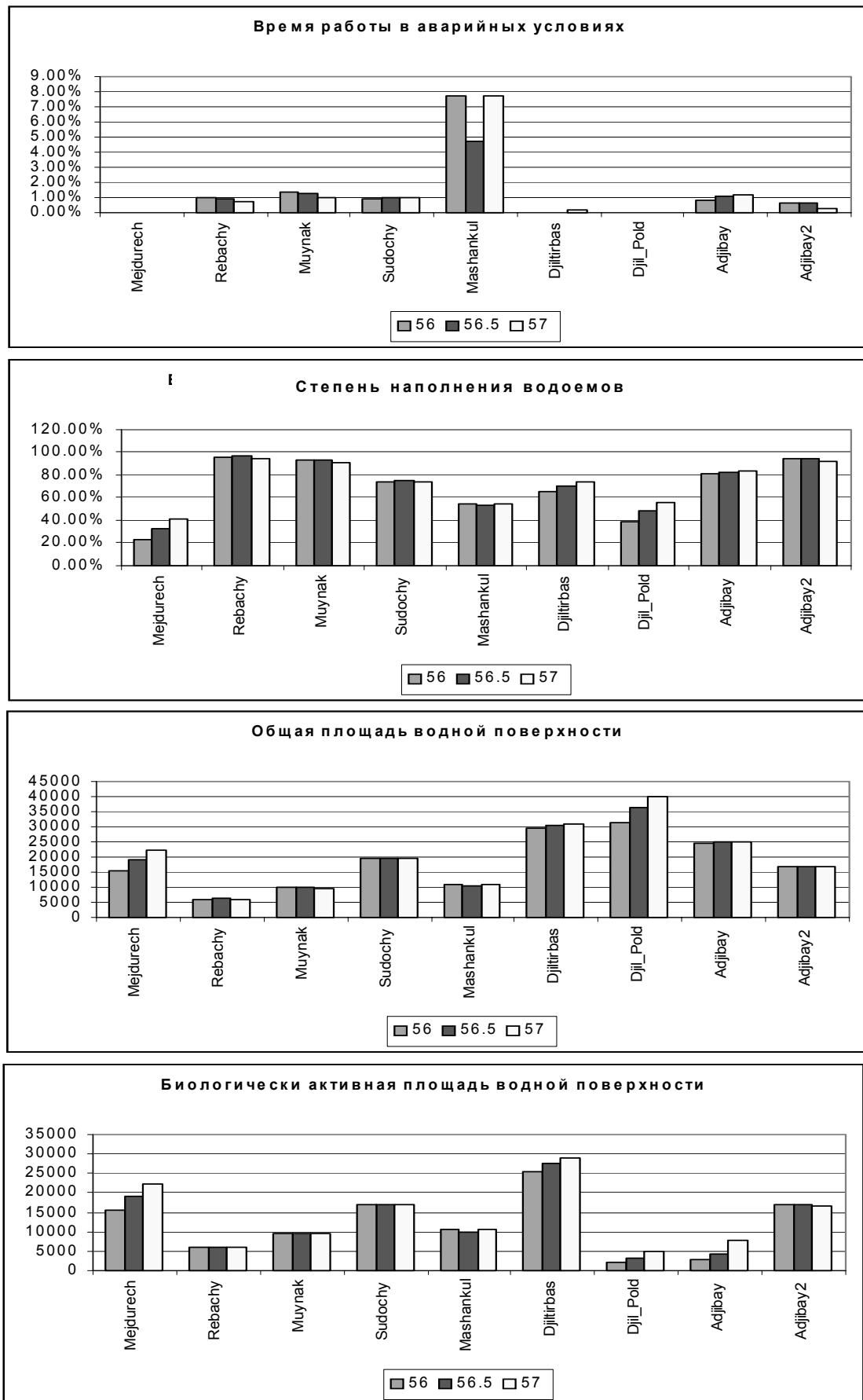


Рис 4. Интегральные характеристики схемы III (Южное Приаралье)

Здесь водопотребление дельты с учетом приточности при площади озер до 180 тыс. га и ветлендов до 400 тыс. га составит по данным проекта NATO SRP 974357 в маловодный год 4,9 млн. м<sup>3</sup>, в среднем по водности год 8,9 млн. м<sup>3</sup> в год.

### 1.2.2. Северное Приаралье

Главным фактором необходимости пересмотра современного водораспределения в низовьях Сырдарьи является получение Аральским морем статуса самостоятельного, равноправного водопотребителя и связанное с этим намерение Центрально-Азиатских государств совместными усилиями приостановить его дальнейшее высыхание.

В качестве предварительного уровня рассматривается необходимость увеличить в перспективе средний водоприток к морю до 20-22 км<sup>3</sup>, в том числе по Сырдарье до 5-7 км<sup>3</sup>.

Сложность высвобождения таких объемов воды при наличии целого ряда неопределенностей в вопросах развития экономики региона, изменения ее водопотребления, будущего режима притока к Чардаре, синхронности мер по водосбережению в бассейне и др. предопределяют поэтапную схему стабилизации Арала и в частности Северного Аральского моря.

Критерии и принципы формирования планов водораспределения по основным водопотребителям низовьев: нормализация условий жизни, производства и восстановление природных комплексов в дельте Сырдарьи за счет увеличения гарантированного водопритока до объемов не менее 50% от максимального водопотребления; упорядочение неконтролируемого затопления хозяйственно-экологических систем с оптимизацией их обводнения в пределах разумных потребностей.

К рекомендуемым для планирования моделям водораспределения относятся:

#### А) При сохранении действующего вододелиения:

Таблица 5

Статьи баланса		Средне-многолет. значение	Обеспеченность, %		
			20	50	90
Приток	Чардара	14,20	16,90	12,74	9,81
	Арысь	0,48	0,69	0,43	0,18
	Возвратный сток	0,71	0,76	0,70	0,69
	<b>Всего:</b>	<b>15,39</b>	<b>18,35</b>	<b>13,87</b>	<b>10,68</b>
Потребление	Орошение	5,57	6,05	5,49	5,02
	Хоз.-экологич. системы	0,97	1,69	0,72	0,33
	Дельта	1,31	1,65	1,36	0,87
	Рыбное хозяйство	0,07	0,08	0,08	0,06
	Промкомбыт	0,04	0,04	0,04	0,04
	Приток в САМ	3,05	3,76	2,71	1,81
	Потери (Чардара+Арнасай)	1,40	1,59	0,59	0,50
	Потери в реке	2,98	3,50	2,89	2,05
	<b>Всего:</b>	<b>15,39</b>	<b>18,36</b>	<b>13,87</b>	<b>10,68</b>
<b>Отметки уровня САМ</b>			<b>38,7-42,0</b>		

Минимальные требования САМ по уровню в пределах 39-42м и минерализации воды от 4 до 17 г/л удовлетворяются при орошаемой площади 300 тыс. га и в среднем увеличение водопритока в дельту на 30% против современного.

### Б) С требованиями к сопредельным государствам по дополнительному водопритоку к Чардаре для САМ:

Долевое участие стран в обеспечение требуемого водопритока к САМ оценивалось по соотношению использования ими водных ресурсов бассейна Сырдарьи. В общем объеме ресурсов (37,2 км<sup>3</sup>) на Казахстан приходится 17,9 км<sup>3</sup>, по трансграничным из 27 км<sup>3</sup> лимит Казахстана составляет 13,4 км<sup>3</sup> (с Кировканалом), то есть в целом около 50%.

Согласно национальной водной стратегии Казахстана, водоприток в САМ в перспективе (2010 год) должен составлять до 3,0 км<sup>3</sup> в маловодные и 3,4-3,5 км<sup>3</sup> в средневодные годы (табл. 6).

Таблица 6

Статьи баланса		Средне- многол. Значение	Обеспеченность,%		
			20	50	90
Приток	Чардара	14,65	16,70	13,69	11,61
	Арысь	0,47	0,58	0,36	0,16
	Возвратный сток	0,62	0,70	0,68	0,67
	<b>Всего:</b>	<b>15,75</b>	<b>17,99</b>	<b>14,73</b>	<b>12,44</b>
Потребление	Орошение	5,17	5,48	5,03	4,82
	Хоз.-экологич. системы	0,99	1,60	0,93	0,33
	Дельта	1,36	1,58	1,21	1,00
	Рыбное хозяйство	0,08	0,08	0,08	0,06
	Промкомбыт	0,04	0,04	0,04	0,04
	Приток в САМ	3,76	4,28	3,55	2,80
	Потери (Чардара+Арнасай)	1,14	1,27	0,76	0,69
	Потери в реке	3,20	3,65	3,12	2,69
	<b>Всего:</b>	<b>15,75</b>	<b>17,99</b>	<b>14,73</b>	<b>12,44</b>
<b>Отметки уровня САМ</b>		<b>43,9-46,0</b>			

Приток в ЧВХ должен быть увеличен на 1,6 км<sup>3</sup> в маловодные и 1,7 км<sup>3</sup> в средневодные годы. По низовьям выполняются первоочередные водосберегающие мероприятия, площадь орошения снижается до 280 тыс. га. Уровень САМ возрастает до отметки 44-46м при минерализации воды 6-17 г/л. При сохранении орошаемой площади 300 тыс. га уровень САМ очевидно будет в пределах отметок 43-45 м.

Потребность дельты по последним данным проекта ИНТАС составляет при площади обводнения озер 105,71 тыс. га и ветландов 57,39 тыс. га в средний по водности год – 1690 млн. м<sup>3</sup>, в многоводный год – 2700 млн. м<sup>3</sup>, в маловодный год – 1300 млн. м<sup>3</sup>.

### 1.3. Выводы

Экологические требования по заполнению только части водоемов Южного Приаралья – системы естественных озер, оцениваются по многолетнему периоду в 0,7 км<sup>3</sup>/год воды. Для их ежегодного поддержания (компенсация затрат на испарение и фильтрацию) необходим приток воды в размере около 2 км<sup>3</sup>/год. На заполнение системы водохранилищ требуется уже около 1,7 км<sup>3</sup>/год, из них на ежегодное поддержание (компенсация потерь) около 1,0 км<sup>3</sup>/год. Однако следует отметить, что только часть стока Амударьи, сбрасываемая ниже Тахиаташа и предназначенная для поддержания экосистем Южного Приаралья, может быть использована этими системами, часть этого стока транзитом поступит в Аральское море.

Исходя из существующего гидрографа стока в створе Саманбай и имеющихся инженерных сооружений в Южном Приаралье величина отбираемого стока сильно зависит от водности года. Например, в маловодные годы, когда объем стока по Амударье не превышает 3 куб. км. в год на нужды Приаралья должно отбираться 40-45%. В среднем по водности году при стоке по реке 6-7 куб. км. в год отбирается 20-22%. В многоводные годы процент отбора должен составлять менее 10%.

Для стабильного поддержания озер и водохранилищ попуски по реке в створе Саманбай должны быть порядка 5 км<sup>3</sup>/год. Данная оценка не затрагивает возможные варианты стабилизации уровня воды в восточной и западной части Большого Аральского моря. В особо маловодные годы, при дефиците воды в Южное Приаралье до 3 км<sup>3</sup>/год, но не более, чем на период двух лет.

Потребность дельты Сырдарьи по последним данным определяются: в средний по водности год – 1690 млн. м<sup>3</sup> в год, плюс попуск 3 км<sup>3</sup>/год на поддержание Северного Аральского моря; 2700 млн. м<sup>3</sup>/год – в многоводный год.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К ЭКОЛОГИЧЕСКИМ ПОПУСКАМ РЕК АМУДАРЬЯ И СЫРДАРЬЯ

### 2.1. Введение

Экологические требования к водным ресурсам Амударьи и Сырдарьи в настоящее время определяются, главным образом, санитарными попусками по руслам рек, лимитами на подачу воды в дельты рек и Аральское море (Приаралье), а также специальными попусками (для Амударьи) в ирригационные системы Хорезма, Дашховуза и Каракалпакистана.

Лимиты на подачу воды в Приаралье (в том числе и коллекторного стока), а также дополнительные попуски в ирригационные системы устанавливаются для вегетационных и межвегетационных периодов на заседаниях МКВК.

Величина санитарных попусков по рекам в настоящее время определяется проектными проработками (“Схемы”, “Правила эксплуатации гидроузлов”) и требует более тщательного обоснования, поскольку режимы рек за последние годы значительно изменились, как в количественном, так и в качественном отношении. Проектными материалами [4, 5] установлены следующие величины санитарных попусков по стволам рек Нарын и Сырдарья. Ниже Токтогульского и Кайраккумского гидроузлов расход воды не должен быть меньше 100 м<sup>3</sup>/сек плюс дополнительный энергетический попуск в зимний период – 80 м<sup>3</sup>/сек. Ниже Чардаринского водохранилища – 90 м<sup>3</sup>/сек.

С методической точки зрения, было бы верно санитарные попуски связать с интегрированными показателями качества, а также районировать их по территории, исходя, например, из дефицитности района. Или исследовать их пределы исходя из

самоочищающей способности водотока (зависящей от его гидродинамических, биохимических и физических особенностей). Самоочищение вод – это совокупность всех природных процессов в загрязненных водах, ведущих к восстановлению первоначальных свойств и состава воды. В данном понимании это свойство утрачено для реки Амударьи, во всяком случае в ее среднем и нижнем течении. Для его восстановления мало просто значительно увеличить расход воды по реке (само это мероприятие может оказаться не эффективным), а необходимо сформировать близкие к естественным концентрациям и соотношениям консервативные и неконсервативные вещества. Необходимы количественные характеристики процессов смешения, превращения и транспортирования веществ, требующие специального экологического моделирования.

При определении величин санитарных попусков на практике, за расчетный, как правило, принимают расход 95% обеспеченности естественного стока реки. Считается, что он в состоянии поддерживать процессы самоочищения. Например, если за основу принять годовые расходы рек 95% обеспеченности, то санитарные попуски составят: (1) для реки Вахш (створ Туткаул) – 500 м<sup>3</sup>/сек, (2) реки Амударья – естественный сток (условный Керки) – 1700 м<sup>3</sup>/сек. Другой подход - санитарные попуски можно устанавливать исходя из величин минимальных расходов, наблюдаемых по реке в период ее естественного существования. Например, по Шульцу [6] наименьший расход у г. Керки до 60-х годов был зафиксирован равным 410 м<sup>3</sup>/сек, а у г. Нукуса – 170 м<sup>3</sup>/сек.

Санитарные попуски могут подаваться с целью улучшения качества речной воды. Однако, водохозяйственная практика показывает, что разбавлением загрязненных вод чистой водой достичь значительного эффекта трудно, а иногда просто не возможно. Например, для улучшения качества минимального санитарного попуска (100 м<sup>3</sup>/сек) подаваемого в низовьях Амударьи (скажем, для снижения солености от 2,0 до 1,2 г/л) к расходу в 100 м<sup>3</sup>/сек необходимо добавить чистой воды (с природным фоном в 0,5 г/л) из верховьев расходом 115 м<sup>3</sup>/сек. А если учесть возможные потери по руслу, санитарный попуск в верховьях необходимо выдерживать в размере около 400 м<sup>3</sup>/сек, что проблематично. Поэтому, следует не только устанавливать санитарные попуски по рекам, но и ограничивать сброс в реки возвратного стока (коллекторно-дренажного, сточного), что улучшит качество речной воды и повысит самоочищающую способность водотока.

Существует методика, применяемая в странах Европейского Союза, согласно которой санитарные попуски определяются исходя из 10% годового расхода естественного стока рек, наблюдаемого за многолетний период.

## 2.2. Структура требований

Мы выделяем требования к трем попускам: санитарным и экологическим по реке и санитарно-экологическим по каналам в ирригационную сеть.

Санитарные попуски по рекам необходимы для поддержания рек в качестве водных объектов, имеющих природную (экологическую) и социальную ценность, в частности для недопущения ухудшения санитарной обстановки и качества речной воды. Экологические попуски по рекам необходимы для поддержания природных и искусственных водных экосистем. Санитарно-экологические попуски, подаваемые в ирригационную сеть, осуществляются с целью поддержания минимальных объемов воды в каналах, но главным образом для обеспечения хозяйственных и питьевых нужд населения.



## 2.3. Оценка требований

### 2.3.1. Санитарные попуски по рекам

В расчетах по определению санитарных попусков (норм) по рекам Сырдарья и Амударья применялась методика, используемая в странах Европейского Союза. На рис. 5 -8 приводятся результаты расчета по этой методике - месячные значения требуемых санитарных расходов (санпопусков) по участкам реки, рассчитанные исходя из 10% естественного стока 10, 50, 90% обеспеченности, в сравнении со стоком реки по участкам. Исходя из полученных результатов, дополнительные санитарные попуски по руслам рек Сырдарья и Амударья (подаются в случае превышения санитарных норм над фактическими расходами в реке) необходимы в нижних течениях в отдельные месяцы малых по водности лет. В таблице 7 приводятся объемы (км<sup>3</sup>/сезон) требуемых (норма) и дополнительных санитарных попусков по нижним течениям рек Амударья и Сырдарья для условий маловодного года (год 90% обеспеченности), по сезонам.

**Таблица 7. Объемы требуемого и дополнительного санитарных попусков по нижним течениям рек Амударья и Сырдарья, км<sup>3</sup>/сезон**

Санитарный попуск	Амударья		Сырдарья	
	Вегетация	Межвегетация	Вегетация	Межвегетация
Требуемый санитарный сток (норма) на участке	2,7	0,8	1,0	0,6
Дополнительный санитарный попуск (сверх стока в конце участка)	2,4	0,7	0,8	0

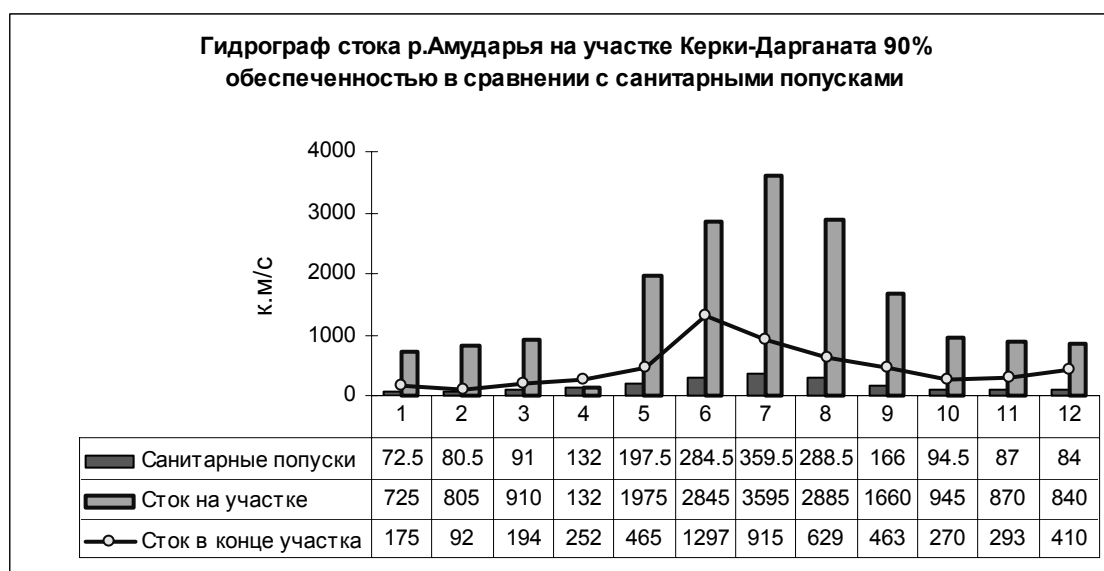
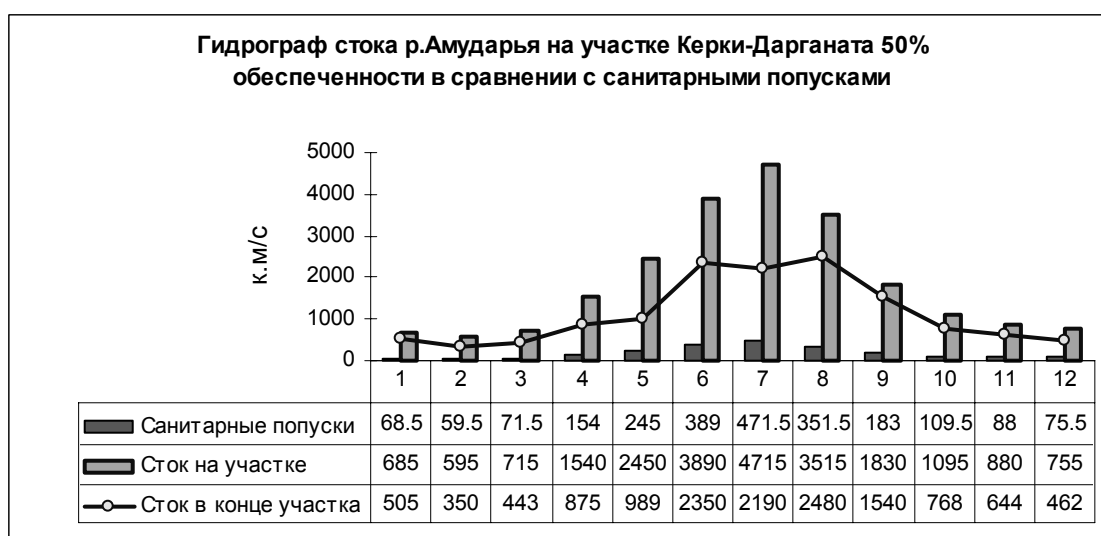
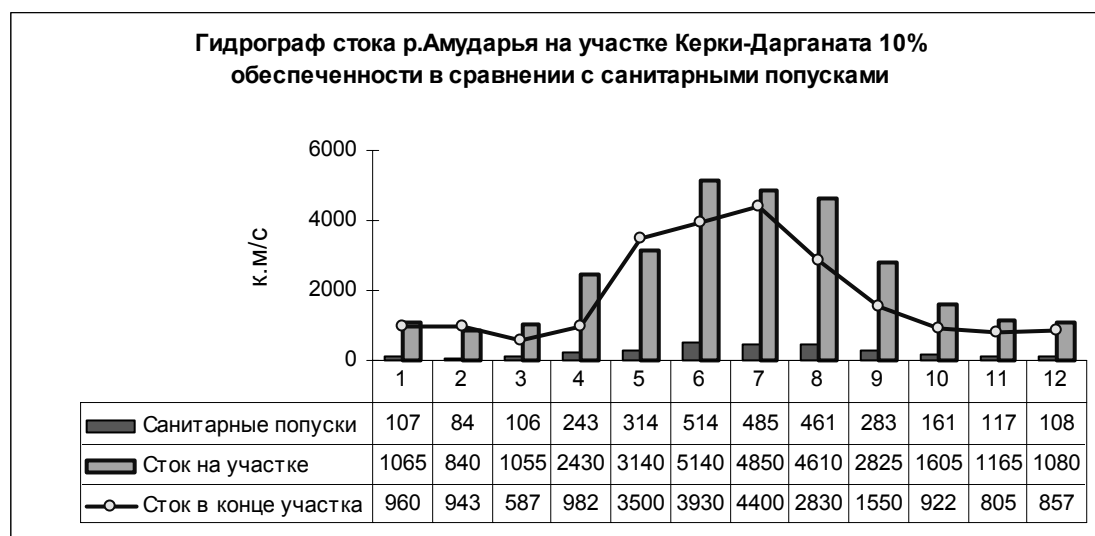
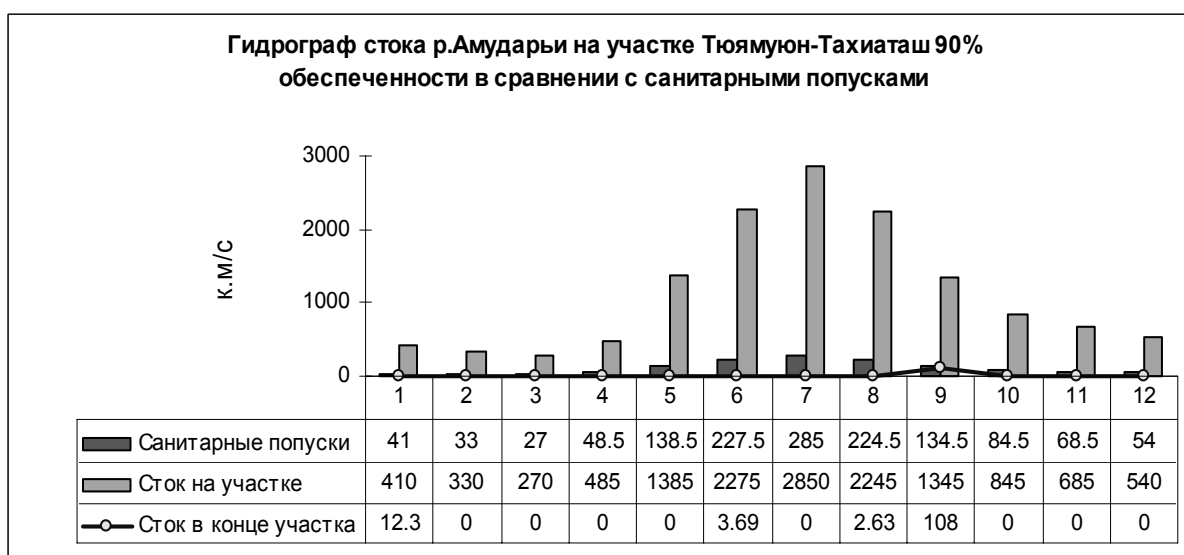
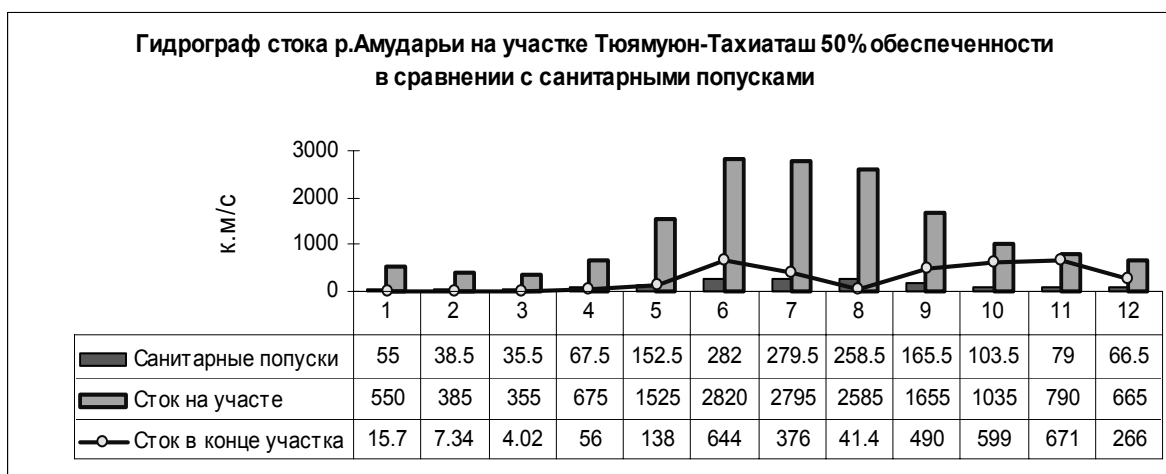
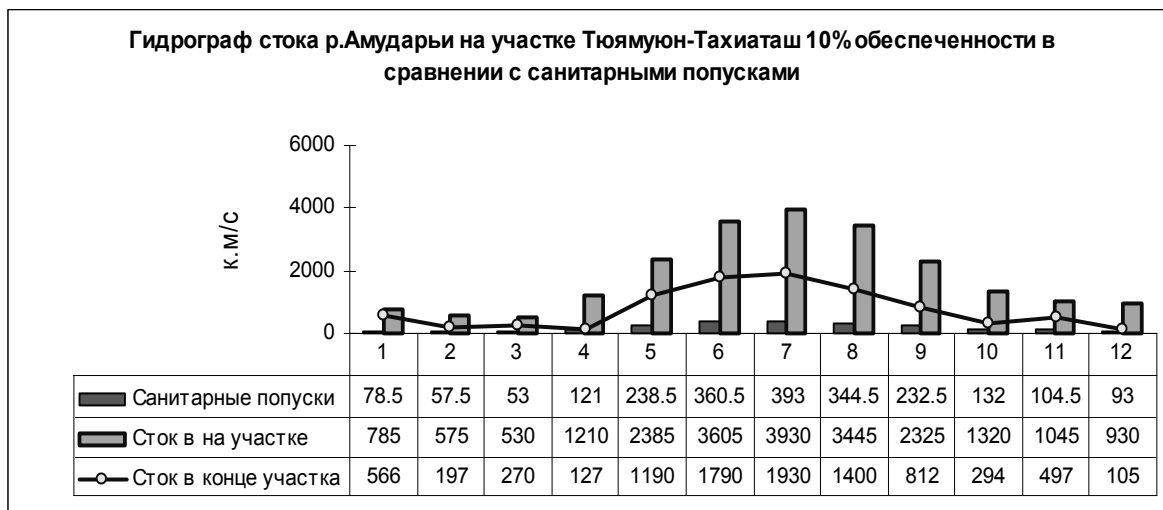


Рис. 5



**Рис. 6**

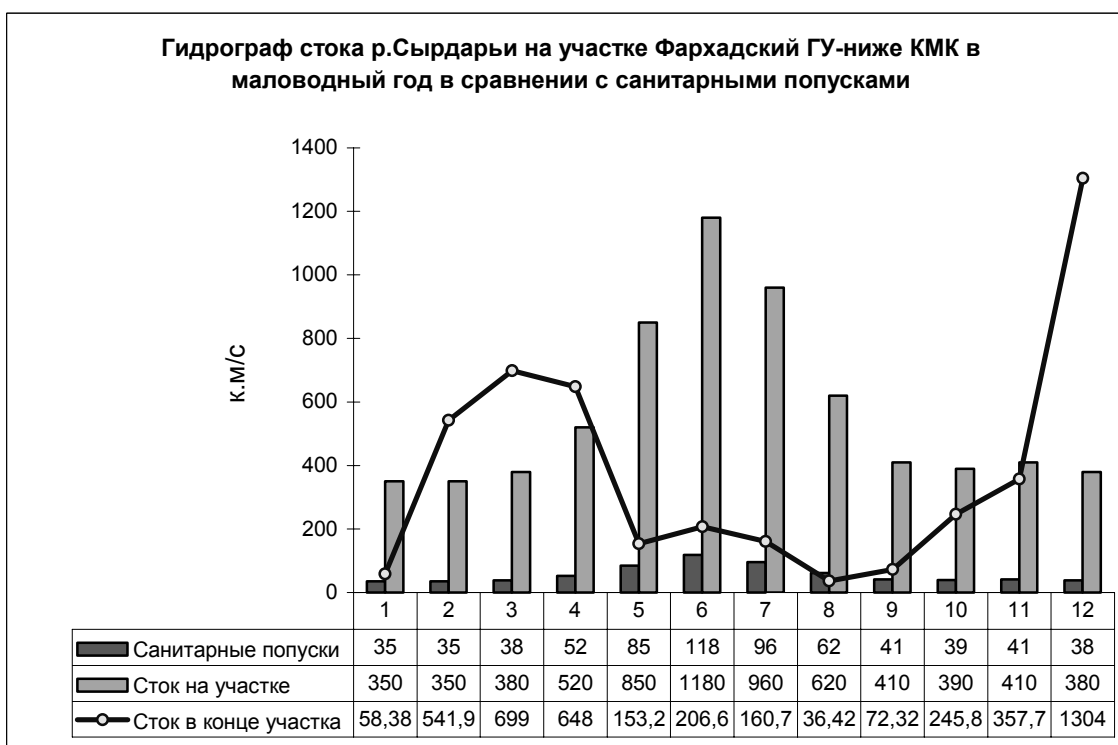
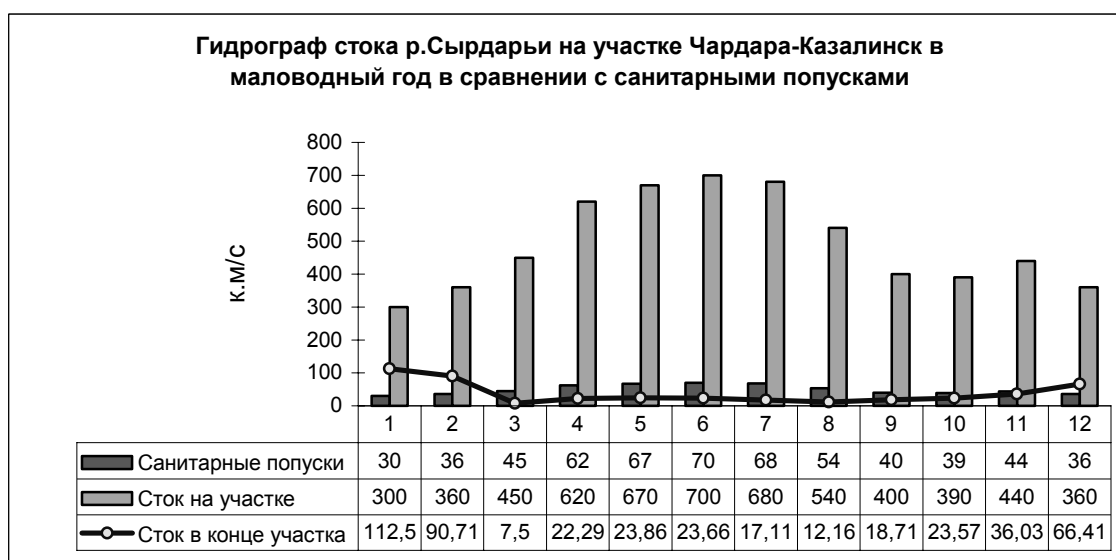


Рис. 7



**Рис. 8**

**2.3.2. Экологические попуски**

Экологические попуски по рекам необходимы для поддержания природных и искусственных водных экосистем. К таким мы можем отнести системы Приаралья. Арнасайская система озер нами не рассматривается, поскольку ее статус не определен и не согласованы между государствами ее требования как экологической системы. Не решен однозначно также вопрос по экологическим требованиям Казахской части Приаралья. Данная проблема требует специального моделирования, подобно тому, как сделано нами по дельте р. Амударья. Поэтому, подробно мы остановились в первой главе статьи на оценке экологических попусков, подаваемых в Амударьинскую часть Приаралья (ниже Саманбая) (см. параграф 1.2.1), а для Сырдарьи приводим предварительную оценку.

Хозяйственно-экологическими объектами бассейна Сырдарьи являются: русла рек, озерные впадины, низины, урочища, являющиеся местами произрастания трав, тростника, кустарников, тугайных лесов, места обитания животных и птиц, пастби-

ща, источники водопоя скота, сенокосы, объекты рыбного промысла и оазисы для населения. Обводнение этих объектов зависит от водности реки, поэтому водоподача на эти цели колеблется по годам.

По данным Казахского филиала НИЦ МКВК для низовий Сырдарьи, в среднем за последние 25 лет водопотребление на эти нужды составило 1,6 км<sup>3</sup>/год, в том числе по Южно-Казахстанской области 0,4 км<sup>3</sup>/год, по Кызылординской области 1,2 км<sup>3</sup>/год. Потребление воды на коммунально-бытовые нужды оцениваются в низовьях в 0,1 км<sup>3</sup>/год. Эти требования речным стоком обеспечиваются только на 15-25%, а остальная часть – за счет подземных вод. Таким образом, забор из реки на коммунально-бытовые нужды не значителен и не учитывается как отдельный экологический попуск, а входит в лимит на водозабор (в сумме с водопотреблением на орошение и промышленные нужды).

Экологическими приоритетами низовий реки Сырдарьи являются: (а) увеличение пропускной способности русла реки, (б) водообеспечение дельты, (в) восстановление Северного Арала.

По предварительной оценке для восстановления и устойчивого поддержания хозяйственно-экологических объектов северной части Приаралья и Северного Арала в дельту реки необходимо подавать не менее 6-7 км<sup>3</sup>/год, из них в Приаралье оставлять 1,5-2,0 км<sup>3</sup>/год (что соответствует естественному обводнению дельты до 60-х годов). Данные требования могут быть обеспечены в будущем в случае развития стран региона по оптимистичному сценарию, что предполагает, как минимум, водосбережение в регионе. В случае закрепления существующих лимитов на водозабор на перспективу, экологические требования выполнимы лишь на 75-85%, при этом приток по Сырдарье в Приаралье не будет превышать 5 км<sup>3</sup>/год.

Пропускная способность реки Сырдарьи в дельте должна обеспечивать прохождение максимальных расходов порядка 500 м<sup>3</sup>/сек, что соответствует среднемуголетнему расчетному расходу естественного стока у Казалинска. Выдерживать данные ограничения важно, с тем, чтобы “сгладить” возможные негативные последствия изменения проектных режимов водохранилищ бассейна.

К экологическим последствиям изменения режима работы Токтогульского гидроузла следует отнести экологические ущербы природным системам бассейна, вызываемые фактическим переносом летнего паводка на зиму и созданием искусственного маловодья летом. Пересыхание русла реки летом приводит к тому, что река теряет свою естественную функцию водоотводящего тракта (природной дрены), что ведет за собой в жаркое время года к кризисной эпидемиологической обстановке. В связи с изменением естественного режима реки, ниже Чардаринского водохранилища необходимо выдерживать режим, обеспечивающий максимально возможные расходы по руслу реки в зимний период и равномерное наполнение данного водохранилища к началу вегетации. Для этого необходимо своевременно создать в низовьях реки “ледовую трубу”, исключаящую подтопление земель, поддерживая попуск из Чардары в октябре не менее 500-600 м<sup>3</sup>/сек, в ноябре-декабре 400-600 м<sup>3</sup>/сек.

### **2.3.3 Санитарно-экологические попуски по каналам**

Начиная с 1991 года, на заседаниях МКВК ежегодно устанавливается лимит санитарно-экологических попусков для низовий реки Амударьи, в объеме 0,8 км<sup>3</sup>. Попуски распределены по странам, областям и оросительным системам следующим образом (табл. 8).

**Таблица 8. Распределение санитарно-экологических попусков в низовьях р. Амударья для условий нормальной водности (млн.м<sup>3</sup>)**

Республика	Область	Оросительная система	Попуски, млн.м <sup>3</sup>
Туркменистан	Дашогузская	Туркмендарья	80
		Хан-яб	70
		Итого	150
Узбекистан	Хорезмская	Ташсака	120
		Клычниязбай	30
		Итого	150
Каракалпакстан		Кызкеткен	200
		Суэлли	300
		Итого	500
Всего			800

По Дашогузской и Хорезмской областям санитарно-экологические попуски (в объеме 500 млн.м<sup>3</sup>) в основном используются для поддержания минимального объема воды в системах каналов, которые используются для хозяйственных и питьевых нужд населения. По республике Каракалпакстан часть санитарно-экологических попусков используется для поддержания озер Приаралья, расположенных в зоне влияния систем каналов Суэлли и Кызкеткен, а часть – для хозяйственных и питьевых нужд населения.

Минсельводхоз Республики Узбекистан и минводхоз Туркменистана ежегодно направляют в БВО “Амударья” заявки – подекадную разбивку лимитов по санитарно-экологическим попускам. Так, в 2002 году поступили следующие заявки: по Туркменистану – 310 млн.м<sup>3</sup>, по Хорезмской области Республики Узбекистан – 150 млн.м<sup>3</sup>, по Республике Каракалпакстан – 500 млн.м<sup>3</sup>. По сравнению с ранее принятыми объемами Туркменистан запросил больший объем на величину в 160 млн.м<sup>3</sup>. Однако, в связи с тем, что на данный момент единая методика подсчета санитарно-экологических попусков по низовьям реки не согласована, было принято сохранить прежние объемы лимитов.

Для определения величины водозабора на питьевые нужды населения, изымаемой из реки Амударья в нижнем ее течении в ирригационную сеть необходимо организовать специальную комиссию МКВК, поскольку существующие объемы подачи воды из реки для питьевых целей, на наш взгляд, завышены.

По предварительным расчетам, выполненным в НИЦ МКВК, современная потребность в питьевой воде не превышает и половины величины существующих попусков. Ведь если население нижнего течения реки Амударья, включая Хорезм, Дашховуз и Каракалпакстан не превышает 5 млн. человек, а потребность для хозяйственных и питьевых целей по международным стандартам оценивается в 200 литров в сутки, то общая потребность воды составит 365 млн. куб. метров в год. Однако для покрытия данных объемов вода подается не только из реки, но и из подземных горизонтов, а также Капараского водохранилища Тюямуюнского гидроузла по водоводам Тюямуюн-Ургенч, Тюямуюн-Нукус.

МКВК по уточнению санитарно-экологических попусков в ирригационную сеть в нижнем течении реки Амударья в ходе своей работы должна решить следующие задачи:

- (1) уточнить зоны и количество потребителей, которые не обеспечены системами постоянного водопользования (водопроводы, колодцы, скважины);
- (2) уточнить систему каналов, по которым могут быть покрыты потребности питьевого снабжения из реки;

(3) уточнить количество необходимой воды для данных зон и подаваемые объемы по каналам;

(4) определить время и частоту попусков через ирригационную сеть для обеспечения населения питьевой водой.

Данные попуски должны носить дискретный характер, а не быть стабильными в течение всего года. Определенные комиссией величины пусков могут в дальнейшем корректироваться только с изменением численности населения или ввода в строй новых водопроводов или скважин.

## 2.4. Выводы

Минимальные расходы должны быть установлены для рек на всем их протяжении исходя из санитарных требований.

Исходя из полученных результатов, дополнительные санитарные попуски по руслу рек Сырдарьи и Амударьи необходимы только в нижних течениях реки в отдельные месяцы средних и малых по водности лет. В тот период времени, когда значение расхода воды по реке составляет ниже санитарной нормы, по реке должен подаваться дополнительно расход (но не за счет лимита на водозабор), составляющий разницу между нормой и фактически наблюдаемым расходом. Экологические попуски, подаваемые в Приаралье для поддержания экосистем (водохранилища, озера и др.) не должны входить в лимиты на водозаборы, а определяться по договоренности между государствами на паритетной основе. Величины санитарного попуска по реке и экологического в дельту реки могут перекрываться. То есть если величина одного из двух попусков превышает другой, то этот попуск не подается.

Расходы санитарно-экологических попусков в ирригационную сеть по рекомендациям НИЦ МКВК должны входить в лимиты на водозаборы и являться величиной постоянной, которая корректировке в зависимости от водности года не подлежит.

## Список использованной литературы

1. Проблема Аральского моря и природоохранные мероприятия /В.А. Духовный, Р.М. Розаков, И.Б. Рузиев, К.А. Косназаров//Проблемы освоения пустынь.– 1984.– № 6.
2. Dukhovny V. Aral Sea Problems: Review and Decisions, Report of the Interstate Water Commission to ICID, Varna, 1994.
3. “Гидрометеорологические проблемы Приаралья”. Л. Гидрометеоиздат, 1990г.
4. Схема водохозяйственных мероприятий в бассейне р.Сырдарьи до 2000 года (на период полного исчерпания собственных водных ресурсов). Сводная записка. “Средазгипроводхлопок”, Ташкент, 1987.
5. Правила эксплуатации Токтогульского водохранилища. “Средазгипроводхлопок”, Ташкент, 1988.
6. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. Гидрометеоиздат, 1965.









## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОПУСКИ**

### **Публикации Тренингового центра МКВК, вып. 1**

Составитель - Зиганшина Д.Р.

Редактор - Татур С.П.

Дизайн серии - Беглов И.Ф.

Верстка и макет - Турдыбаев Б.К.

Подготовлено к печати и отпечатано  
в Научно-информационном центре МКВК

Республика Узбекистан, 700 187, г. Ташкент,  
м-в Карасу-4, д. 11, НИЦ МКВК

[www.icwc-aral.uz](http://www.icwc-aral.uz)

Предложения и замечания просим направлять по адресу

[info@icwc-aral.uz](mailto:info@icwc-aral.uz)