УДК 626.2: 37

Мирзаев Н., кандидат технических наук. Специалист. Научно-информационный центр МКВК ЦА. Узбекистан, Ташкент.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ В ИРРИГАЦИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Аннотация: *в статье рассматривается система управления ирригацией в Центральной Азии как совокупность взаимосвязанных процессов: аккумулирования воды, водораспределения, водопоставки, водопользования и водоотведения (далее — водохозяйственные процессы (ВХП)). Показано, что в существующих исследованиях данные процессы анализируются разрозненно, что ограничивает возможности комплексной оценки эффективности управления.*

Предложена концептуальная модель, отражающая цепочку движения воды и институциональное распределение функций управления. Обоснована необходимость разграничения уровней управления и соответствующих показателей эффективности. Результаты исследования позволяют уточнить методологию оценки управления ирригационными системами и могут быть использованы при совершенствовании водохозяйственной политики и практики эксплуатации оросительных систем.

Ключевые слова: *Центральная Азия, орошаемое земледелие, аккумулирование водораспределение, водопоставка, водопользование, водоотведение, водохозяйственная организация, ВХП, разграничение функций, показатели эффективности.*

Mirzaev N., Candidate of Technical Sciences. Specialist. Scientific Information Center ICWC Central Asia. Uzbekistan, Tashkent.

ON THE MANAGEMENT SYSTEM FOR WATER-RELATED PROCESSES IN IRRIGATED AGRICULTURE IN CENTRAL ASIA

Abstract: *This paper examines the irrigation management system in Central Asia as a set of interconnected processes: water allocation, water delivery, water use, and drainage (hereinafter referred to as water management processes (WMPs)). It argues that existing studies tend to analyze these processes separately, thereby limiting the possibility of a comprehensive assessment of irrigation management performance.*

A conceptual model is proposed that illustrates both the sequence of water movement through the irrigation system and the institutional distribution of management functions. The study substantiates the need to distinguish between different management levels and the corresponding performance indicators applicable to each level. The findings contribute to refining the methodology for evaluating irrigation management systems and may support the improvement of water policy and irrigation system operation and management practices.

Keywords: *Central Asia; irrigated agriculture; water allocation; water delivery; water use; drainage; water management processes (WMPs); functional differentiation; performance indicators.*

Введение

Орошаемое земледелие играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности во многих странах мира, особенно в регионах с засушливым климатом. Для стран Центральной Азии проблема особенно значима ввиду высокой доли орошаемых сельхозкультур в структуре продовольственного производства и ограниченности трансграничного стока [1].

Однако в научной и практической литературе управление водой в сельском хозяйстве часто рассматривается через отдельные элементы, такие как управление водными ресурсами, эксплуатация ирригационных систем или мелиоративное состояние земель. При этом взаимосвязь между различными процессами движения воды в системе орошаемого земледелия остается недостаточно раскрытой.

На практике функционирование орошаемых агроландшафтов определяется взаимодействием нескольких взаимосвязанных процессов. К ним относятся распределение водных ресурсов между водопользователями, доставка воды через ирригационные системы, использование воды сельскохозяйственными культурами и удаление избыточной воды через дренажные системы. Нарушение функционирования любого из этих процессов может приводить к снижению эффективности использования водных ресурсов и ухудшению мелиоративного состояния земель.

В связи с этим возникает необходимость рассматривать управление водой в орошаемом земледелии как систему взаимосвязанных процессов, охватывающих весь цикл движения воды от источника до сельскохозяйственных культур и далее до систем водоотведения.

Актуальность статьи заключается в том, что в условиях нарастающего дефицита водных ресурсов, климатической изменчивости и роста конкуренции между секторами экономики повышение эффективности управления водой в орошаемом земледелии приобретает стратегическое значение, особенно для стран ЦА, где сельское хозяйство критически зависит от орошения.

Проблема в том, что, несмотря на значительное количество исследований, управление ВХП в орошаемом земледелии чаще всего рассматривается фрагментарно — через отдельные элементы (ресурсы, инфраструктура, агротехника). Это приводит к смешению уровней управления и показателей эффективности, что затрудняет системный анализ.

В качестве эмпирической основы использован обобщённый опыт функционирования ирригационных систем стран ЦА, характеризующихся высокой зависимостью сельского хозяйства от регулируемого водоснабжения и наличием многоуровневой системы управления водными ресурсами.

Цель исследования заключается в разработке концептуальной модели системы управления ВХП в орошаемом земледелии и уточнение разграничения функций и показателей эффективности на различных уровнях управления.

Гипотеза статьи: рассмотрение/разграничение ВХП как самостоятельных управляемых процессов позволяет повысить точность оценки эффективности управления ирригационными системами и избежать смешения показателей различных уровней.

Задачи исследования: для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

- Уточнить понятийный аппарат управления ВХП.
- Описать цепочку движения воды в орошаемом земледелии.
- Разработать концептуальную схему системы управления.
- Проанализировать институциональную структуру управления.
- Систематизировать показатели эффективности.
- Сопоставить предложенный подход с международными методиками.

Объект и предмет исследования:

- Объект исследования — система управления ВХП в орошаемом земледелии ЦА.
- Предмет исследования — функциональная структура и показатели эффективности управления ВХП в ЦА.

1. Материалы и методика исследования

Методология исследования основана на системном подходе, институциональном анализе и сравнении международных методик оценки управления ирригацией. Методической основой работы послужили положения теории интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР), а также исследования, посвященные управлению ирригационными и мелиоративными системами [2; 3].

В ходе исследования использовались методы структурного анализа и логического обобщения, позволяющие рассматривать управление водными процессами как систему взаимосвязанных процессов. При разработке концептуальной модели учитывались результаты исследований, посвященных оценке эффективности управления водопоставкой и эксплуатации ирригационных систем [4-8].

Особое внимание уделялось разграничению ВХП. Такое разграничение позволяет более точно определить сферу ответственности различных водохозяйственных организаций (ВХО) и разработать систему показателей оценки эффективности управления ВХП.

Предложенная в статье концептуальная модель основана на обобщении многолетнего опыта функционирования ирригационных систем в странах ЦА, а также на результатах научных исследований, посвященных вопросам управления водными ресурсами и мелиорации орошаемых земель [2].

Настоящая работа представляет из себя концептуально-методический подход, который позволяет ставить диагноз ВХП для условий дефицита/фрагментарности данных, характерных для ЦА, так как систематический водоучёт на локальном уровне и, тем более, на границе фермерских/дехканских хозяйств является редким исключением, а не правилом. Дренажный сток часто не измеряется вовсе, а данные по водоподаче на внутрихозяйственном уровне – оценочные.

2. Результаты и анализ

2.1. Основные понятия и цепочка движения воды в орошаемом земледелии.

Функционирование системы орошаемого земледелия определяется последовательным прохождением воды через ряд взаимосвязанных этапов. В наиболее общем виде эту цепочку можно представить следующим образом:

формирование водных ресурсов → аккумулирование воды →

→водораспределение → водопоставка → водопользование → водоотведение.

На первом этапе происходит формирование водных ресурсов в бассейнах рек. В условиях значительной сезонной неравномерности стока важную роль играет

аккумулирование воды в водохранилищах, позволяющее регулировать подачу воды в ирригационные системы. На этом этапе устанавливаются имеющиеся в наличии водные ресурсы *(water availability)*.

Следующим этапом является водораспределение *(water allocation / water allotment)*, в рамках которого устанавливаются квоты водопользователям на воду. Эти квоты формируются с учетом водности года, потребностей различных отраслей экономики и возможностей водохозяйственных систем.

После установления квот осуществляется расчет лимитов, представляющих из себя результат увязки квот *(water delivery planning)* со спросом на воду *(water demand)*. Далее идет процесс водопоставки *(water delivery / distribution)* пользователям в соответствии с лимитами, включающий процессы аккумулирования, водозабора, транспортировки и подачи воды пользователям через ирригационные системы. Качество водопоставки является одним из ключевых факторов эффективности функционирования ирригационных систем [2].

На уровне сельскохозяйственных хозяйств происходит водопользование *(water use)*, в рамках которого вода распределяется между полями и используется для полива сельскохозяйственных культур. Одним из наиболее распространенных показателей эффективности использования воды является продуктивность воды [5]. Эффективность водопользования определяется степенью соответствия между подаваемой водой и водными потребностями растений. Часть поданной воды после использования формирует дренажный/возвратный сток, который удаляется через системы водоотведения *(water drainage)*. Эффективность работы этих систем имеет важное значение для предотвращения подтопления и засоления земель. Эти взаимосвязанные ВХП образуют целостную систему управления водными процессами в орошаемом земледелии.

2.2. Концептуальная схема управления водными процессами в орошаемом земледелии.

Рисунок 1 отражает последовательность основных этапов движения воды от источника до сельскохозяйственных культур и далее до систем водоотведения.

Формирование водных ресурсов
(реки, саи)
↓
Аккумулирование воды
(водохранилища)
↓
Водораспределение
(установление квот/лимитов воды)
↓
Водопоставка
(водозабор → транспортировка → водоподача)

↓
Водопользование
(орошение сельскохозяйственных культур)
↓
Водоотведение
(коллекторно-дренажная система)
↓
Возврат воды в водные объекты

Рис. 1. Схема управления водными процессами в орошаемом земледелии.

Эффективность функционирования орошаемого земледелия определяется согласованностью управления этими процессами. В отличие от многих существующих подходов, в ней проводится четкое разграничение между водораспределением, водопоставкой, водопользованием и водоотведением. Такое разграничение позволяет более точно определить функции различных институциональных акторов и соответствующие показатели эффективности управления.

2.3. Институциональная структура управления водными процессами.

Управление водными процессами в орошаемом земледелии осуществляется различными институциональными структурами, функционирующими на нескольких уровнях управления (табл. 1). В большинстве стран с развитым орошаемым земледелием можно выделить по меньшей мере три основных уровня управления: межгосударственный (или бассейновый), национальный и локальный.

Таблица 1. Институциональные уровни управления и акторы

Уровень	**Акторы**
Региональный/ межгосударственный:	МКВК
Бассейн р. Сырдарья	*БВО Сырдарья*
Бассейн р. Амударья	*БВО Амударья*
Национальный	МВХ
Бассейн (национальный)	*БУИС*
Локальный	*ОВП/СДВ*
Поле	*фермер / мираб*

На межгосударственном бассейновом уровне осуществляется управление водными ресурсами крупных речных бассейнов. Основной функцией этого уровня является распределение водных ресурсов между странами или крупными водохозяйственными регионами. В условиях ЦА данную функцию выполняют бассейновые водохозяйственные объединения (БВО) Амударья и Сырдарья. На этом уровне осуществляется водораспределение, результатом которого является установление квот/лимитов водоподачи для стран ЦА.

На национальном уровне управление ВХП осуществляется водохозяйственными организациями, отвечающими за управление, эксплуатацию и обслуживание (УЭО) гидромелиоративных систем (ГМС). Основной функцией ВХО является управление водопоставкой, включающее аккумулирование воды, водозабор из источников орошения, транспортировку воды по оросительным системам и подачу воды водопользователям.

На локальном уровне управление водой осуществляется службами по доставке воды (СДВ), организациями/объединениями водопользователей (ОВП), фермерскими хозяйствами и другими структурами. На этом уровне происходит распределение воды внутри хозяйств и непосредственно водопользование, включающее полив сельскохозяйственных культур. Таким образом, управление водными процессами в орошаемом земледелии имеет иерархическую структуру, в которой различные уровни управления выполняют различные функции.

Следует отметить, что в этой системе один и тот же субъект может выступать как получателем, так и поставщиком ирригационной услуги. Например, Управление ирригационных систем (УИС) получает воду от Управления магистральным каналом (УМКК) и одновременно выступает поставщиком ирригационной услуги для ОВП. В свою очередь, ОВП получают воду от ВХО и обеспечивают её распределение между отдельными хозяйствами.

Такая иерархическая структура управления ВХП обусловливает необходимость согласования действий различных институциональных акторов для обеспечения эффективного функционирования системы орошаемого земледелия.

2.4. Эффективность управления ВХП.

Эффективность функционирования системы орошаемого земледелия определяется качеством управления различными ВХП. Поскольку эти процессы выполняют различные функции, для оценки эффективности их управления используются различные показатели.

Эффективность водораспределения характеризуется степенью обоснованности и справедливости установленных квот и лимитов водоподачи. Важным условием эффективного

водораспределения является учет водности года, потребностей различных водопользователей и возможностей водохозяйственной инфраструктуры.

Эффективность водопоставки определяется качеством ирригационной услуги, предоставляемой водопользователям. К основным характеристикам качества водопоставки могут быть отнесены, например, водообеспеченность, равномерность и стабильность водоподачи.

Показатель водообеспеченности отражает степень соответствия фактических объемов подаваемой воды установленным лимитам водоподачи. Равномерность водоподачи отражает степень равенства водообеспеченности различных водопользователей. Стабильность водоподачи характеризует устойчивость водоснабжения в течение расчетного периода.

Эффективность водопользования определяется степенью рациональности использования воды сельскохозяйственными культурами. Одним из наиболее распространенных показателей является продуктивность воды, отражающая объем сельскохозяйственной продукции, полученной на единицу использованной воды. Этот показатель широко применяется в современной литературе по оценке эффективности орошения сельхозкультур [5].

Эффективность водоотведения характеризуется способностью дренажных систем обеспечивать удаление избыточной воды и растворенных солей из орошаемых земель. Недостаточная эффективность водоотведения может приводить к подтоплению и засолению земель, что негативно влияет на продуктивность сельскохозяйственного производства.

Таким образом, эффективность функционирования орошаемого земледелия определяется совокупной эффективностью управления ВХП.

2.5. Количественная иллюстрация.

В целях эмпирической иллюстрации предложенного подхода рассмотрим типовой сценарий функционирования ирригационной системы ЦА (на основе экспертных оценок и фрагментарных измерений).

Исходная информация:

- Площадь орошения: 10000 га.
- Структура посевов: хлопок, зерновые и кормовые культуры.
- Средняя сезонная потребность в воде: 8000 – 10000 м³/га.

Таким образом, совокупная потребность в воде составляет порядка 80 – 100 млн. м³ за вегетационный период.

Водораспределение.

На уровне национального/бассейнового управления устанавливается лимит водоподачи (коэффициент водообеспеченности) в ирригационную систему, равным в относительных величинах 0,85. Это свидетельствует о функционировании системы в условиях умеренного водного дефицита (около 15%). В абсолютных величинах объём водозабора в ирригационную систему составляет:

$$W_i = 0,85 * 100 = 85 \text{ млн. м}^3.$$

Где:

W_i - объём водозабора.

i – признак «межхозяйственной» ирригационной сети.

Водопоставка.

Фактический объём воды, доведённой до водопользователей, составляет 70 млн. м³. тогда технический коэффициент полезного действия (КПД) ирригационной сети, характеризующий качество водопоставки[1] до границы водопользователей, составляет:

$$\eta_i = 70 / 85 \approx 0,82.$$

Потери при транспортировке воды по ирригационной сети составляют около 18%, что обусловлено фильтрацией, испарением и организационными факторами управления подачей воды.

Водопользование.

Из общего объёма поданной воды эффективно используется сельскохозяйственными культурами порядка 45 млн. м³. Коэффициент полезного действия водопользователя, учитывающий потери непосредственно в 1) «внутрихозяйственной» ирригационной сети и 2) поле водопользователя (инфильтрация, сбросы, испарение, …) составляет:

$$\eta_v = 45 / 70 \approx 0,64.$$

Где:

η_v – КПД водопользователя.

v – признак водопользователя

Водоотведение.

В процессе полива сельхозкультур формируется дренажный сток в объёме 30–35 млн м³, что составляет порядка 40–50% от объёма водопоставки. Это свидетельствует о

[1] Качество водопоставки зависит не только от технического КПД ирригационной сети [9].

значительной нагрузке на коллекторно-дренажную систему и наличии рисков ухудшения мелиоративного состояния земель.

Интегральная оценка.

Суммарная эффективность водопоставки и водопользования (от установленного лимита до полезного использования воды) может быть оценена следующим образом:

$$\eta_s = 45 / 85 \approx 0{,}53.$$

Где:

η_s - КПД ирригационной системы.

s – признак ирригационной системы.

Таким образом, менее 55% выделенного водного ресурса трансформируется в продуктивное водопользование.

Интерпретация результатов.

Проведённая количественная иллюстрация подтверждает, что потери воды распределены по всей цепочке её движения и связаны с различными функциями управления:

- Дефицит водных ресурсов в источнике орошения учитывается/формируется на этапе водораспределения.
- Потери воды при транспортировке связаны с качеством управления водопоставкой.
- Неэффективное использование воды определяется практиками водопользования на уровне хозяйств.
- Значительный объём дренажного стока отражает последствия несогласованности предыдущих этапов.

Полученные результаты демонстрируют, что анализ эффективности орошаемого земледелия требует разграничения функций управления ВХП и оценки каждого этапа в рамках единой системы. Предложенный пример показывает, что интегральный показатель η_s без декомпозиции не позволяет определить источник потерь. Разделение на η_i и η_v делает возможной адресную диагностику: реконструкция межхозяйственной сети либо совершенствование практик полива на уровне хозяйств.

2.6. Взаимосвязь водных процессов.

Процессы водораспределения, водопоставки, водопользования и водоотведения находятся в тесной взаимосвязи [9]. Неэффективное водораспределение может приводить к установлению квот/лимитов водоподачи, не соответствующих фактическим возможностям

водохозяйственных систем или потребностям сельскохозяйственных культур. В свою очередь, это может отрицательно сказываться на адекватности и своевременности водопоставки. Недостатки в управлении водопоставкой могут приводить к несвоевременной подаче воды или неравномерному распределению воды между водопользователями, что снижает эффективность водопользования.

Неэффективное водопользование может приводить к избыточному расходованию воды, что увеличивает объем дренажного стока и повышает нагрузку на системы водоотведения. Недостаточная эффективность водоотведения может приводить к накоплению избыточной воды и солей в почве, что ухудшает мелиоративное состояние земель и снижает продуктивность сельскохозяйственных культур. Таким образом, повышение эффективности орошаемого земледелия требует комплексного подхода, учитывающего взаимосвязь всех процессов управления водой.

2.7. Сопоставление с международными подходами оценки управления ирригацией

В международной практике оценка эффективности управления ирригационными системами получила широкое развитие в работах Food and Agriculture Organization (FAO) и International Water Management Institute (IWMI).

В исследованиях FAO значительное внимание уделяется оценке эффективности использования воды в сельском хозяйстве, включая показатели продуктивности воды, эффективности орошения и управления водными ресурсами [4]. При этом основное внимание, как правило, сосредоточено на результатах использования воды в сельском хозяйстве, включая урожайность и водную продуктивность.

В работах IWMI предложены различные системы индикаторов для оценки функционирования ирригационных систем, включая показатели надежности водоподачи, равномерности распределения воды и эффективности использования водных ресурсов [2; 3; 10]. Эти исследования существенно расширили методическую базу анализа эффективности ирригации.

Современные исследования сосредоточены преимущественно на водной продуктивности, устойчивости использования ресурсов и влиянии климатических изменений [1; 11;]. Вместе с тем институционально-функциональное разграничение процессов управления освещено значительно слабее.

Предлагаемый в настоящей статье подход основан на более четком разграничении функций управления водными процессами, включающих четыре ВХП. В отличие от подхода в работе [2], где индикаторы перемешаны (например, равномерность водоподачи и продуктивность находятся в одном списке), в предлагаемом подходе – имеет место жёсткое

закрепление индикаторов за уровнями. Такое разграничение позволяет более точно определить объект оценки и уровень управления, на котором формируется соответствующий результат.

В частности, показатели водообеспеченности, равномерности и стабильности водоподачи характеризуют прежде всего качество управления водопоставкой, то есть деятельность водохозяйственных организаций, обеспечивающих доставку воды пользователям. В то же время показатели водной продуктивности относятся преимущественно к сфере водопользования и зависят от технологий полива, структуры посевов и агротехнических мероприятий.

3. Обсуждение

Полученные результаты подтверждают выдвинутую гипотезу о необходимости разграничения функций управления ВХП. В отличие от распространённых подходов, в которых показатели эффективности рассматриваются агрегировано, предложенная модель позволяет соотнести каждый показатель с конкретным уровнем управления и функцией.

4. Ограничения

К ограничениям исследования следует отнести:

- Концептуальный характер модели.
- Отсутствие количественной апробации на конкретной ирригационной системе.
- Обобщённость эмпирической базы.
- Модель линейна и не учитывает обратные связи (например, сбросы из поля могут повторно использоваться ниже по течению).
- Требуется апробация в разных климатических и институциональных условиях.

Заключение

Итоги исследования.

Предложено разграничение функций управления ВХП, которая позволяет более точно определить объект оценки эффективности и избежать смешения показателей, относящихся к различным уровням управления водой в орошаемом земледелии. (табл. 2).

Таблица 2. Система управления ВХП.

Водный процесс	Основная функция	Основные институциональные акторы	Основные показатели эффективности
Водораспределение	Распределение водных ресурсов между водопользователями	Бассейновые водохозяйственные организации, органы управления водными ресурсами	Обоснованность и справедливость лимитов водоподачи
Водопоставка	Доставка воды пользователям через «межхозяйственную» ирригационную сеть	Водохозяйственные организации, объединения водопользователей	Водообеспеченность, равномерность и стабильность водоподачи
Водопользование	Использование воды сельскохозяйственными культурами	Фермерские/дехканские хозяйства, водопользователи	Продуктивность воды
Водоотведение	Удаление избыточной воды и солей с орошаемых земель	Службы мелиорации	Эффективность функционирования коллекторно-дренажной сети

Выводы исследования:

1. Управление ВХП в орошаемом земледелии следует рассматривать как систему взаимосвязанных процессов, включающую водораспределение, водопоставку, водопользование и водоотведение.

2. Водораспределение и водопоставка представляют собой различные процессы управления водой. Водораспределение связано с установлением квот/лимитов водоподачи между водопользователями, тогда как водопоставка обеспечивает физическую доставку воды через ирригационные системы.

3. Качество ирригационной услуги определяется прежде всего качеством управления водопоставкой и может характеризоваться такими, например, показателями, как водообеспеченность, равномерность и стабильность водоподачи.

4. Управление ВХП в ирригационных системах имеет иерархическую институциональную структуру, в которой различные уровни управления выполняют различные функции - от распределения водных ресурсов до их непосредственного использования сельскохозяйственными культурами.

5. Эффективность функционирования орошаемого земледелия определяется не только эффективностью отдельных процессов управления водой, но и согласованностью функционирования всех ВХП.

Практические рекомендации.

Предложенная модель может быть использована для:

- Системного анализа функционирования ГМС.
- Уточнения функций различных ВХО.
- Разработки показателей оценки эффективности управления ВХП.
- Диагностики состояния ВХО.

Научная новизна.

Научная новизна заключается в:

- Системном представлении управления водой как совокупности взаимосвязанных ВХП.
- Разграничении функций и показателей эффективности.
- Уточнении институциональной структуры управления.

Вклад статьи состоит в разработке функционально-уровневого подхода к анализу управления ВХП в орошаемом земледелии, позволяющего разграничивать зоны ответственности институтов, корректно соотносить показатели эффективности с уровнями управления и выявлять источники потерь воды по всей ирригационной цепочке.

В литературе, обычно, показатели применяются разрозненно; вклад статьи — в их системном объединении и институциональной привязке. Предложенная модель не требует полноты водоучёта на всех границах – достаточно иметь точечные или интервальные оценки для диагностики “узких мест”. Это делает её применимой в условиях ЦА, где сплошной учёт на локальном уровне отсутствует.

Список литературы

1. Yu et al. (2021). Water productivity in Central Asia. IWMI Research Report, 2021.
2. Bos M., Burton M., Molden D. (2005). Irrigation and Drainage Performance Assessment: Practical Guidelines. Wallingford: CABI Publishing, 2005. https://www.academia.edu/105615930/Irrigation_and_drainage_performance_assessment_practical_guidelines

3. FAO. (1998) Irrigation and Drainage Paper 56. Crop Evapotranspiration. Rome: FAO, 1998. https://appgeodb.nancy.inrae.fr/biljou/pdf/Allen_FAO1998.pdf.
4. Molden D. (Ed.). (2007). Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. London: Earthscan, 2007.
5. Perry C., Steduto P., Allen R., Burt C. (2009). Increasing productivity in irrigated agriculture. Agricultural Water Management, 2009.
6. Мирзаев Н.Н. (2003). Методика сравнительной оценки качества управления оросительной водой. В сб.: Экологическая устойчивость и передовые подходы к управлению водными ресурсами в бассейне Аральского моря. Алматы–Ташкент, 2003.
7. Мирзаев Н.Н. (2010). Интегрированное управление водными ресурсами (институциональные аспекты). Ташкент: НИЦ МКВК, 2010. http://www.cawater-info.net/bk/iwrm/pdf/iwrm_ins_asp.pdf
8. Мирзаев Н.Н. (2014). К вопросу об улучшении управления эксплуатацией и техническим обслуживанием ирригационных систем. Сборник научных трудов НИЦ МКВК, № 14, с.57-67, Ташкент, 2014. https://cawater-info.net/library/rus/sb_tr_14.pdf
9. Мирзаев Н.Н. (2019). К вопросу об оценке взаимосвязи между водопоставкой, водопользованием и водоотведением. Наука и инновационные технологии на службе водной безопасности: Сб. научн. трудов Сети водохозяйственных организаций Восточной Европы, Кавказа, Центральной Азии, вып. 13. - Ташкент: НИЦ МКВК, 2019. – с. 115-131. http://cawater-info.net/library/rus//eecca_papers_collection_vol_13_2019.pdf.
10. Molden D., Sakthivadivel R. (2014). Water accounting to assess use and productivity of water. IWMI. 2014. https://www.sci-hub.ru/10.1080/07900629948934.
11. Bekchanov, M. (2024). *Conveyance efficiency and irrigation water productivity under varying water supply conditions in arid lowlands of Central Asia*. Agricultural Water Management, 293, 108697. DOI: 10.1016/j.agwat.2024.108697. Работа посвящена эффективности транспортировки воды и продуктивности орошения в Хорезме. https://www.researchgate.net/publication/377636298_Conveyance_efficiency_and_irrigation_water_productivity_under_varying_water_supply_conditions_in_arid_lowlands_of_Central_Asia

Сокращения

БВО – Бассейновое водохозяйственное объединение

БУИС - Бассейновое управление ирригационных систем

ВХО - Водохозяйственная организация

ВХП - Водохозяйственные процессы

ГМС - Гидромелиоративная система

ИУВР - Интегрированное управление водными ресурсами

КПД Коэффициент полезного действия

МВХ - Министерство водного хозяйства

МКВК - Межгосударственная координационная водохозяйственная комиссия

МЭ - Мелиоративная экспедиция

НИЦ – Научно-информационный центр

ОВП - Объединение водопользователей

СДВ - Служба доставки воды (Узбекистан)

УЭО – управление, эксплуатация и обслуживание

УИС - Управление ирригационных систем

УМК – Управление магистрального канала

УНСЭС - Управление насосных станций, энергетики и связи

ФХ - Фермерское хозяйство

ЦА - Центральная Азия

Э&О - Эксплуатация и обслуживание