

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОДО-СОЛЕОТВОДЯЩЕГО ТРАКТА С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ И МЕТОДОВ
ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Б.Т.Курбанов, кандидат физико-математических наук, старший

научный сотрудник

Магдиев Х. Н., Курбанов Б.Б.

Национальный центр геодезии и картографии Госкомземгеодезкадастра,
г.Ташкент, Республика Узбекистан.

Аннотация

Предложен проект солеотводящего тракта, разработанный на базе использования ГИС-технологий. Продемонстрированы возможности и преимущества от применения ГИС-технологий. Построены продольные профили солеотводящего тракта, что делает возможным оптимальное проложение тракта, анализ ситуации и др. Уточнены главные целевые предназначения солеотводящего тракта.

Summary:

The project of a path for removal of salts developed on the basis of use of GIS-technologies is offered. Opportunities and advantages from application of GIS-technologies are shown. Longitudinal profiles of a path for removal of salts that makes possible an optimum choice of the route, the analysis of a situation, etc. are constructed. The main target missions of a path for removal of salts are specified.

Для достижения мелиоративного благополучия орошаемых земель правобережья, судя по проектным проработкам [1] и обобщениям данных наблюдений [2] водоотведение (с целью солеотведения) должно достигать 20-25% от водозабора [1]. Таким образом общий объем возвратных вод, подлежащих утилизации, на правобережье может составить 4,9-6,8 км³/год. Существующая система утилизации возвратных вод претерпела изменения. С 1996г. запрещен сброс возвратных вод в Амударью с целью поддержания качества речных вод на уровне допустимых санитарно-гигиенических норм для питьевого водоснабжения. Кроме того в соответствии с данным соглашением (1996г.) вододеление трансграничных вод, притекающих в среднее течение по

Амударье распределяется поровну между Туркменистаном и Узбекистаном. По Амударье в средний по водности год притекало в среднем течение $63,1 \text{ км}^3/\text{год}$ и в год 90 % обеспеченности – $47\text{--}48 \text{ км}^3/\text{год}$ [2-5].

Приток речных вод в нижнее течение со второй половины XX столетия в средний по водности год сократился с $47\text{--}48 \text{ км}^3/\text{год}$ до $24\text{--}25 \text{ км}^3/\text{год}$. Из этого объема стока Туркменистан добывает в низовьях до своих квот $7 \text{ км}^3/\text{год}$. Очевидно, что в маловодные годы Узбекистан в низовьях не добывает лимитов схемных проработок [1]. В зависимости от глубины маловодий такого рода дефицит может достигать $2,0\text{--}5,0 \text{ км}^3/\text{год}$. Поэтому орошаемое земледелие низовий из-за участвовавших маловодий стало рискованным. В этих обстоятельствах уменьшению рисков земледелия может способствовать водосбережение, для чего требуется в первую очередь обеспечить мелиоративное благополучие сельскохозяйственных угодий и застроенных территорий.

Достижение мелиоративного благополучия правобережья по проектным наработкам базируется на строительстве и эксплуатации Правобережного коллектора [1,5]. Однако, если Правобережный коллектор и является стержневым элементом мелиоративных мероприятий, то в более общем случае достижение экологического благополучия р.Амударьи, орошаемых массивов, пастбищных угодий и в целом земельного фонда правобережья требует создания и реализации комплекса водоохранных мероприятий. По замыслу, комплекс водоохранных мероприятий предполагает его многофункциональность. В основе комплекса водоохранных мероприятий предполагается создание системы для солеотведения в региональный солеприемник – Аральское море, точнее в ее западную часть, которая постепенно превращается в рапное озеро.

В складывающейся ситуации водоохранный комплекс правобережья видится как система коллекторов и водоотводящих трактов – приемников коллекторно-дренажных вод с бассейнов Зарафшана и Кашкадарьи, Бухарского и Турккульского оазисов, Правобережной Каракалпакии и наливных озер

междуречья, с тем, чтобы обеспечить их проточность и, как следствие – распределение.

Маргинальные воды водоохранного комплекса, а их объем, как отмечалось выше, может достигать около 7 км³/год, также могут быть утилизированы при лесомелиорациях, в рыбном хозяйстве, рекреации и т.д. Для утилизации этих вод реконцентрирование поллютантов как химического, так и органического составов до допустимых пределов.

Основной вклад метаморфизации речных вод бассейна р. Амударьи испарительно концентрирование, которому они подвергаются после забора на орошение в земледелии и в упаренном виде, а также донасыщенные растворимыми солей из почв и в смеси с грунтовыми водами, возвращаются в естественные дрены-реки. Такой порядок формирования гидрохимического режима сохранится и в будущем, но при уменьшении, как ожидается, стокообразования и увеличении водозабора на хозяйственные нужды, повысится минерализация речной воды (возможно до начальных градаций грунтовых вод). В бассейне р. Амударьи такой порядок метаморфизации природных вод практически повсеместен.

Обсохшее дно Аральского моря превращается в песчаную пустыню с солончаками. «Современная» дельта Амударьи также в большей части предстает песчаной пустыней с неравномерно распределенными по ее поверхности солоноватоводными и солеными озерами, солончаками. В пределах этой пустыни сохранилось несколько протоков Амударьи и дискретно распределены орошаемые массивы на площади более 400 тыс.га, а также населенные пункты, города, промышленные объекты и т.д.

Характерной особенностью современной дельты в недавнем прошлом было то, что под разливами речных вод на глубине 3-15 м и более залегали рассольные грунтовые воды. Ныне эти рассолы формируют «пухляки» и другие формы «солевых выходов». На орошаемых массивах рассольные грунтовые воды при гидроморфном режиме почв также участвуют в их засолении. Однако основной источник солей на сельхозугодьях – это оросительная вода, чаще –

солоноватая. Дренажные системы – малопроизводительные и неглубокие, что приводит к поддержанию зеркала грунтовых вод выше критической глубины, а их минерализация также превышает критические значения. Все это в совокупности приводит к реставрации соленакопления в почвах в межполивной период, повышению солености почвенных растворов и в конечном счете к угнетению возделываемых культур. В какой-то мере их фатальный финал предотвращается промывным режимом орошения, что и обуславливает высокую водозатратность земледелия. Такова солевая обстановка на территориях, подкомандных Тахиаташскому гидроузлу.

В пределах Акчадаринской, Хорезм-Сарыкамышских дельт Амударьи, подкомандных Туямуонскому гидроузлу, солевой фактор менее угрожающий, чем на северных территориях Каракалпакстана. Слабее солевой фактор в Каршинской и Бухарской оазисах, что прослеживается по несколько большей урожайности хлопчатника и его несколько меньшей водоемкости.

Таким образом солевой фактор на рассмотренных объектах среднего и нижнего течения Амударьи приобрел циклический характер и в условиях ожидаемого маловодья может завершиться роковым исходом, если не принять экстренных мер по устранению его причин.

Задействованная коллекторно-дренажная сеть отводит минерализованные воды или в Амударью, или сбрасывает на низины правобережья. Из-за этого земельные угодья пустыни несут потери. Так что не только солеотведение с орошаемых и застроенных территорий, но и с пустынных пастбищ требует реализации комплекса мер. Структурным компонентом этого комплекса мер предусматривается Правобережный коллектор, первоначальный замысел и характеристики которого были выработаны проектировщиками еще в 80-х годах прошлого века.

Изменившиеся геополитические, водохозяйственные и институциональные условия, технико-технологические возможности и экологические императивы требуют существенной модернизации первоначального замысла [6]. Прежде всего это связано с трассой коллектора

– она должна находится в пределах Узбекистана. Не менее важно – его необходимо проложить до западного глубоководного остаточного водоема – Аральского моря. Как и в первоначальном замысле частично используется сухое русло Акчадары. При этом на песчаных массивах правобережья Амудары предусматривается два варианта трассы – западный и восточный. Выбор из этих вариантов определяется эффективностью защиты коллектора от песчаных наносов, с одной стороны, а с другой – эффективностью лесозащитных полос для ландшафтов территории, продуктивности биоты и т.д. Значительный лесозащитный эффект ожидается от лесополос вдоль коллектора на участке Джалтырбас – подножие восточного чинка Устюрта. В модернизированной версии правобережного коллектора предлагается поддерживать существенный уровень его рыбопродуктивности и в общем – биопродуктивности сопряженных с ним ландшафтов.

В средний по водности год сток коллектора в остаточный водоем от Аральского моря ожидается в пределах $3-4 \text{ км}^3$ при минерализации воды примерно $10-12 \text{ г/дм}^3$. Такое качество воды позволит, по-видимому, стабилизировать зеркало водоема на площади $3000-4000 \text{ км}^2$.

Как было отмечено выше, коллекторно-дренажные воды среднего и нижнего течения бассейна р. Амудары не имеют единого стоко- и солеприемника и распадаются по всей площади бассейна. На этой территории по данным анализа материалов космических съемок сформировались и продолжают формироваться многочисленные локальные стоко- и солеприемники. Они периодически высыхают, образуя соленчаковые поверхности. Такие образования в настоящее время занимают тысячи гектаров пастбищ и земель лесного фонда. Солончаки сами по себе не представляют интереса для кормопроизводства, в том числе не приносят пользы и диким животным. Эти накопленные экологические ущербы продолжают наращаться, так как ежегодно с коллекторно-дренажными водами в местные солеприемники выносятся до 20-25 миллионов тонн солей

Формируемый в среднем и нижнем течении р. Амударьи коллекторно-дренажный сток оценивается в кубокилометрах и он заслуживает внимания на предмет утилизации и устранения экологических ущербов. Целесообразность начала устранения наметившегося пробела очевидна. Причина, по которой проблема утилизации коллекторно-дренажных вод и устранения накопившихся экологических ущербов до сих пор не решается, заключается в отсутствии разработки научной концепции солеотведения в регионе и выявлении перспектив утилизации коллекторно-дренажных вод. Из этого положения формируются одна из главных целей проекта, а именно разработка концепции главного тракта схемы водо- и солеотводящих сетей бассейна р. Амударьи на базе интегрированных ГИС-технологий с применением материалов космических съемок и методов трехмерного моделирования. Эта цель достигается по территории Узбекистана:

В рамках исследований по разработке концепции главного тракта схемы водо- и солеотводящих сетей бассейна р. Амударьи на базе интегрированных ГИС-технологий с применением методов трехмерного моделирования была использована разработанная в НЦГК цифровая топооснова в масштабе 1:200000. Цифровая топооснова разработана на основе общих требований к процессу создания и обновления цифровых топографических карт, основных требований к цифровым топографическим картам, включая требования к полноте исходной информации, к ее актуализированности, к точности и согласованности информации [9]. Цифровая топооснова в целом отражает современное состояние местности с точностью, полнотой и достоверностью, удовлетворяющими требованиям, которые в соответствии с [7] предъявляются к топографическим картам соответствующих масштабов. Цифровые топографические основы содержат все объекты топокарт, соответствующие их масштабу и состоянию описываемой ими местности.

Содержание объектов цифровой топоосновы включает в себя номер объекта, его семантику и метрику.

Гидрологические параметры находятся в тесной взаимосвязи с рельефом. Гидрологические и экологические исследования можно проводить более точно, когда к анализу гидро-экологического состояния привлечены данные о рельефе. Традиционное представление рельефа в виде горизонталей зачастую усложняет решение поставленных проблем и анализ гидроэкологической ситуации. С целью уточнения границ выделяемых контуров и упрощения анализа гидроэкологической ситуации была разработана технология трехмерного представления цифровой модели рельефа[7,8].



Рис.3. Схема головного водо-солеотводящего тракта в перспективном изображении. Масштаб по вертикали увеличен в 1000 раз.

К дальнейшему анализу как более перспективное рассматривалась схема тракта проложенная через обсохшее русло Акчадарын.

С целью более детального анализа были построены общая схема головного водо-солеотводящего тракта и продольный профиль в среде AutoCAD. В среде AutoCAD удобнее строить вертикальные профили и проводить анализ ситуации. При построении схемы и вертикального профиля наносились пикеты через каждые 500,0м. На рис 5 представлен фрагмент схемы тракта. В центре справа от тракта выведен номер пикета 480. Севернее слева указана точка поворота тракта 4808+76,09. Следует

читать , что точка поворота тракта находится в 480км 876,09м от начала
тракта и т.д.

На рис.6. представлен фрагмент южной части тракта.

По осям продольного профиля отмечены: по горизонтали расстояния между пикетами, равное 5000м, номер пикета (50, 100 и т.д.), если номер пикета умножить на 100, получим расстояние от начала тракта до пикета в м., в строке «Отметка земли» указана высота поверхности земли над уровнем моря в м.

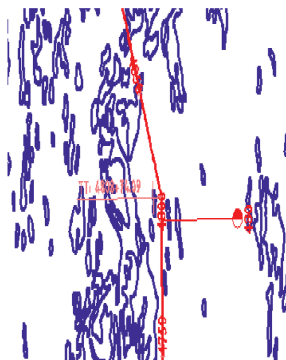


Рис.5. Фрагмент головного водо-солевого тракта с горизонталями, разработанный в среде AutoCAD.

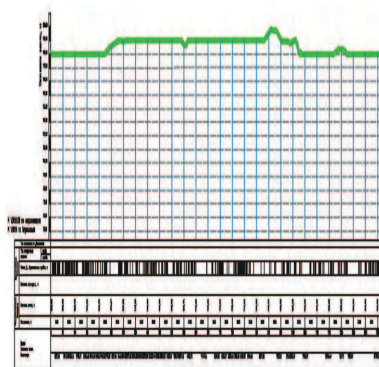


Рис.6. Фрагмент продольного профиля южной части тракта.

Перейдем к анализу продольного профиля.

Общая протяженность тракта составила 935км200м. При этом перепад высот составил сначала до Аральского моря 130м. Как следует из анализа продольного профиля сначала до 250-300 пикетов высота поверхности земли составляет 180м, а с 250-300 пикетов -185-190м. Таким образом головной водозабор правобережного коллектора (начальные 30км) расположен ниже на 10м (см рис.8) по сравнению с более северными участками (пикеты 300-1000). По-видимому, целесообразно организовать отвод через русло р.Кашкадарья на восток. Денгизкуль при этом возможно использовать как субрегиональный испаритель. Севернее 300 пикета вода идет самотеком, и весь сток с бассейна в рр.Зарафшан, Кашкадарья, Каршинского канала и большая часть с Бухарского оазиса будет направлена в правобережный коллектор. Такой разворот начального участка трассы позволит избежать машинный водоподъем примерно на 10-12м, а следовательно и избежать дополнительных энергозатрат.. Если для всего тракта от начала до впадения в Арал средний уклон составляет 0,007966 град, то начиная с 300 пикета до Арала уклон составляет 0,008881 град.

Как следует из анализа продольного профиля, по пути проектирования тракта рельеф иногда изрезанный и нередко холмы чередуются с оврагами. В таких случаях мы искали возможности обойти подобные участки путем анализа трехмерной модели рельефа в окрестностях данного участка.

Разработка продольного профиля с использованием пикетов через каждые 5000м с дополнительной информацией по каждому пикету деоает удобным возможным использование полученных материалов проектными организациями. Предлагаемый водо- и солеотводящий тракт правобережья Амударьи направлен на оздоровление экологической ситуации в регионе и сохранению остаточного водосма в глубоководной части ныне высыхающего Аральского моря, улучшение качества почв в регионе, повышению уровня сельскохозяйственного производства, и все эти мероприятия планируется реализовать в пределах Узбекистана.

Предлагаемый модифицированный тракт нуждается в предпроектных и проектных обоснованиях, изысканиях прежде, чем получить добро на реализацию. С точки зрения экологических требований необходимость в реализации такого рода предложений очевидна. Не исключены другие варианты, версии, концепции, проекты и т.д., но обостряющаяся экологическая и социально-экономическая ситуация в регионе, особенно при реализации планов строительства грандиозных ГЭС в соседних государствах, делает необходимым скорейшее ее рассмотрение и реализацию.

Литература

1. Уточнение схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р. Амударьи: Сводная записка/Ташкент, Средазгипроводхлопок, 1984, 372 с.
2. Рубинова С.Э. Измерение стока р.Амударьи под влиянием водных мелиораций в ее бассейне /Москва, Гидрометеоздат, 1975, 116 стр.
3. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. - Л.: Гидрометиздат. 1965. - 285 с.
4. Шерфединов Л.З. Компендиум проблемы квотирования трансграничных вод Центральной Азии//Вопросы географии и геоэкологии, Алматы, 2011, №3, с.47-55.
5. Курбанов Б.Т., Лесник Т.Ю., Курбанов Б.Б., Умаров А.А. Создание интегрированной ГИС поверхностных вод Республики Узбекистан. //Материалы Республиканской научно-практической конференции «Роль молодежи в развитии научных исследований для водного хозяйства и мелиорации земель», Ташкент, 2008г., с.78-83.
6. Б.Т.Курбанов, Л.З.Шерфединов,Т.Ю.Лесник. Проблемы устойчивого водообеспечения центральноазиатских государств в условиях возрастающего дефицита водных ресурсов. Сборник научных трудов. Выпуск 5. Москва-Рязань 2012, с.403-409..
7. Общие требования к созданию цифровых топографических карт. ГККИНП-05-046-02. Составители Курбанов Б.Т., Романова Ю.П., Юсупджанова А.М.- Ташкент, НЦГ иК, 2000, 38 с.