

МОДЕЛИРОВАНИЕ БАССЕЙНА БОЛЬШОЙ РЕКИ НА ПРИМЕРЕ СЫРДАРЬИ

М.Х.Хамидов

Бассейновое водохозяйственное объединение «Сырдарья»

Бассейн реки Сырдарья – часть бассейна Аральского моря, занимает территорию 484,5 тыс. кв. км. Сырдарья образуется при слиянии рек Нарын и Карадарья в восточной части Ферганской долины и имеет протяженность 2337 км. Сток реки преимущественно формируется в горной области, среднее течение приходится на степные районы, которые в низовьях сменяются пустыней Кызылкум. Водные ресурсы Сырдарьи составляют 40,6 куб. км, из них 37,12 куб. км – поверхностный приток, доля подземного притока равна 2,18 куб. км, сток атмосферных осадков 1,30 куб. км. Бассейн Сырдарьи расположен на территории четырех центрально-азиатских государств Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана и Узбекистана. Сырдарья – одна из двух великих рек региона, в бассейне которой живет более 25 миллионов человек, и ее воды обеспечивают их существование и развитие вот уже многие столетия.

Сток Нарына, Карадарьи, Чирчика и Сырдарьи на участке от Токтогульского до Шардаринского водохранилища общей протяженностью около 1000 км регулируется Нарын-Сырдарьинским каскадом из пяти водохранилищ общей полезной емкостью 24, куб км. Кроме того, существует большое количество водохранилищ сезонного регулирования на малых реках. Свыше 90% всего используемого объема водных ресурсов бассейна потребляется орошаемым земледелием. Равным по значимости водопользователем является гидроэнергетика. В настоящее время на реке эксплуатируется 12 гидроэлектростанций.

Наращение дефицита воды, разнонаправленные интересы государств и отраслей-водопотребителей, сложность структуры и функций сырдарьинского водохозяйственного комплекса обуславливают необходимость использования моделирования водохозяйственной ситуации бассейна в целях оптимизации процесса планирования и оперативного управления водными ресурсами.

Существует определенный опыт использования в БВО «Сырдарья» имитационных и оптимизационных моделей: ASBOM – оптимизационная модель бассейна Аральского моря, имитационно-оптимизационная модель EPIC, интегрированная модель Чирчик-Ахангаранского бассейна RIVERTWIN.

В качестве примера можно остановиться на модели NASPI - эта модель представляет собой имитационную систему, позволяющую проигрывать при заданном требовании на воду различные режимы работы водохранилищ бассейна Сырдарьи на расчетном периоде стока рек, выбранном из ретроспективного ряда за 1912 – 2005 годы. Выходная информация модели NASPI представлена балансами по воде и электроэнергии, некоторыми вероятностными характеристиками по использованию стока. Кроме того рассчитываются и специфические энергетические характеристики – гарантированная электроэнергия, стоимостная оценка дефицита электроэнергии и мощности и др. Опыт использования NASPI показал наличие в ней весьма существенного недостатка. Модель предусматривает регулирование стока по типовым кривым (подобие диспетчерских графиков работы водохранилищ), имеющим явно энергетическую направленность. Именно «перекос» в сторону гидроэнергетики, неизбежно приводящий к ущербам в ирригации, не позволил, в конечном счете, принять эту модель в качестве инструмента принятия решения в БВО «Сырдарья».

В настоящее время БВО использует усовершенствованную модель бассейна под названием ASBmm (Aral Sea Basin Management Model), разработка которой выполняется совместно с НИЦ МКВК. Первая версия ASBmm представляла собой комплекс моделей по оценке перспективного развития региона до 2020 года, включающий социально-экономическую и гидрологическую модели. Первая версия модели отражала ограниченное количество параметров и сценариев развития стран. В частности не учитывались последствия роста населения, экономическое развитие региона, тенденции в орошаемом земледелии и изменения климата.

В основу последней разработки положен эффективный подход, предложенный ООН в «Руководстве к использованию Конвенции 1992 года», который помогает провести соответствующие оценки использования воды трансграничных водотоков, ориентированные на достижение устойчивого развития.

Если рассматривать любые мероприятия в бассейне или режим водотока с позиции устойчивого развития, то приоритет должен быть отдан тем из них, которые поддерживают и усиливают устойчивость развития и уменьшают зависимость от влияния природных изменений и антропогенных влияний.

Исходя из этого, может быть выбран определённый алгоритм оценок, базирующийся на прогнозах дестабилизирующих факторов, и показывающий в какой степени предлагаемое мероприятие влияет на показатели устойчивого развития.

Комплекс ASBmm, позволяет оценивать прогнозы водного развития при сочетании различных сценариев (экологических, социально-экономических, климатических, водохозяйственных, сельскохозяйственных, энергетических), содействуя профессиональному анализу перспектив и, возможно, улучшению политического диалога.

Использование ASBmm БВО“Сырдарья” в двух основных направлениях: 1) краткосрочное планирование и управление и 2) детализация участков бассейна в целях повышения равномерности и стабильности водоподачи.

Программное обеспечение ASBmm включает следующие компоненты.

1. Модель распределения водных ресурсов (WAM) на основе технологии GAMS – компьютерного инструмента для моделирования процессов регулирования стока крупными водохранилищными гидроузлами с ГЭС и распределения поверхностных водных ресурсов. Она позволяет решать оптимизационные задачи управления водными ресурсами для различных водохозяйственных сценариев ежемесячно на период до 2035 года.

2. Модель зоны планирования (PZM) для расчета требуемого водопотребления в водохозяйственном районе (коммунально-бытовой сектор, сельское хозяйство, промышленность), а также позволяет рассчитывать по климатическим и водохозяйственным сценариям до 2035 года водообеспеченность зоны планирования и потери продукции при возникающем дефиците воды.

3. Социально-экономическая модель – для построения и оценки водохозяйственных, сельскохозяйственных и экологических сценариев развития бассейна в увязке со сценариями социально-экономического развития стран бассейна; работает в комплексе с моделями WAM, PZM.

4. Пакет моделей водных экосистем для расчета водно-солевых балансов Аральского моря (северная, восточная и западная емкости), ветландов и Арнасайской экосистемы с оценкой требований на воду и продуктивности экосистем.

5. База данных – информационно-аналитическая система, представляющая собой набор данных и комплекс информационных технологий по хранению, обработке, приему данных и представлению их пользователю.

6. Программа для интеграции моделей, маршрутизации, преобразования и обмена данными, управления и синхронизации потоков информации через веб-интерфейс под управлением различных пользователей.

В модель распределения стока (WAM) комплекса входят:

– гидрологическая и водохозяйственная схемы бассейна реки Сырдарьи, которые описывают сеть распределения и регулирования стока, алгоритмы функционирования системы распределения водных ресурсов, регулирования стока водохранилищными гидроузлами с ГЭС, целевые функции (критерий управления) и ограничения (начальные условия), позволяющие эффективно решать совместную задачу распределения и регулирования стока.

Особое внимание в бассейновой модели уделяется многолетнему регулированию стока, распределению регулирующих функций между водохранилищными гидроузлами с ГЭС и оперативному управлению водными и энергетическими ресурсами, включая корректировку плана и построение режимов работы водохранилищ, исходя из фактической водохозяйственной ситуации и уточненных прогнозов гидрометслужб.

Несмотря на непродолжительный опыт применения модели ASBmm, с ее помощью уже получен ряд результатов, имеющих значение для будущего развития бассейна Сырдарьи.

Во-первых, управление водными и энергетическими ресурсами в бассейне должно быть ориентировано на то, чтобы при соблюдении устойчивого текущего функционирования системы был обеспечен переход к устойчивому долгосрочному водопользованию. Получил математическое подтверждение принцип, заложенный в основу проекта Нарын-Сырдарьинского каскада: создание многолетних запасов воды в водохранилищах для использования ее в маловодные годы. Практикуемый в настоящее время отказ от многолетнего регулирования рано или поздно неизбежно приводит к глубокой сработке Токтогульского водохранилища, при которой воды не будет ни для ирригации, ни для энергетики.

Во-вторых, экологически безопасное устойчивое состояние водохозяйственных систем возможно обеспечить, если в рамках соблюдения ряда ограничений (экологические попуски, создание запасов воды в водохранилищах, сокращение лимитов и др.) осуществляется эффективное планирование и оперативное управление. Для эффективного управления необходимо выбрать ряд оценочных индикаторов, по которым будет осуществляться контроль за управляющими воздействиями. По выбранным индикаторам (показателям) можно оценивать современное и ожидаемое состояния системы.

В-третьих, для лет средней и выше водности энергетический режим Токтогульского гидроузла не оказывает влияния на режим водозаборов в целом за вегетационный период, но может снизить водообеспеченность в

отдельные декады, а каскад ГЭС суточного регулирования, расположенный ниже Токтогульской ГЭС может создать дефициты и в суточном разрезе.

Важно, что используя результаты моделирования, лица, ответственные за принятие управленческих решений, могут из нескольких возможных ирригационно-энергетических альтернатив, выбрать и согласовать такой вариант, при котором решение не выходило бы за рамки действующих межгосударственных соглашений.

В заключение следует отметить, что без согласованных действий и соответствующих взаимных обязательств государств, бесперебойная подача воды с бассейнового на национальный уровень в нужном объеме и режиме невозможна. При неблагоприятных (пессимистичных) сценариях частота и глубина перебоев подачи воды на орошаемые земли и водные экосистемы по ряду причин в будущем только увеличатся.

Как гарантировать право на воду будущим поколениям, которые будут жить в бассейне Аральского моря? В первую очередь, необходимо приостановить возможное нарастание кризисной ситуации. Необходимо выработать общую стратегию развития бассейна, увязанную с национальными стратегиями стран. Сделать это желательно не только по воде и электроэнергии, но и по основным показателям отраслевой эффективности экономик в целом.