

# **Применение гидроэкологического мониторинга при интегрированном управлении водными ресурсами**

**Э.И. Чембарисов, А.Б. Насрулин, Т.Ю. Лесник**

**Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем,  
Узбекистан**

Интегрированное управление водными ресурсами (ИУВР) – процесс, поддерживающий скоординированное развитие и управление водными, земельными и связанными с ними ресурсами, в максимальной степени и справедливо обеспечивая экономическое и социальное благосостояние, не ставя под угрозу устойчивость существования жизненно важных экосистем.

Согласно В.А. Духовному (2006), ИУВР включает в себя ряд ключевых принципов, которые и определяют его практическую сущность. В обобщенном виде эти принципы заключаются в следующем:

- управление водой осуществляется в пределах гидрографических границ в соответствии с морфологией конкретного бассейна;
- управление предусматривает учет и вовлечение всех видов вод (поверхностных, подземных, возвратных) с учетом климатических особенностей;
- тесная увязка водопользования и всех участвующих органов по горизонтали между отраслями и по вертикали между уровнями иерархии водопользования;
- общественное участие не только в управлении, но и в финансировании, в поддержании, планировании и развитии;
- информационное обеспечение, открытость и прозрачность системы управления водой;
- приоритет природных требований в деятельности водохозяйственных органов;
- наличие стимулов для водосбережения и борьбы с непродуктивными потерями воды у водохозяйственных органов и водопользователей;
- экономическая и финансовая стабильность.

Для выполнения большинства этих пунктов необходимы сведения о качестве природных вод и их изменение во времени и пространстве, которые могут быть получены при помощи гидроэкологического мониторинга.

Особенность сельского хозяйства Узбекистана заключается в том, что значительная часть посевных площадей занята под орошаемыми территориями,

которые отслуживаются мощной государственной ирригационной системой. С учетом важности и огромного значения этого вопроса для хозяйственной деятельности в республике приняты ряд законодательных актов о воде и водопользовании, выделяется большой объем капиталовложений на водохозяйственное строительство, освоение новых орошаемых земель, реконструкцию и совершенствование существующей ирригационной мелиоративной системы. Современная ирригационная система характеризуется наличием густой сети каналов различного порядка. Густая сеть каналов требует систематического гидроэкологического мониторинга, поскольку от загрязненности воды зависит и урожай, и здоровье населения. Поэтому совместное использование ГИС-технологий и оптимизационных моделей при разработке экологически применимых режимов эксплуатации гидротехнических сооружений имеет для республики Узбекистан приоритетное направление.

Можно перечислить экологические проблемы, тесно увязанные с водными ресурсами: опустынивание, деградация и засоление земель, накопление в замкнутых водоемах (типа Аральского моря, Арнасайских озер и т.д.) опасных загрязняющих веществ, ухудшение условий проживания людей, рост числа генетических заболеваний связанных с нарушением экосистем, плохим качеством окружающей среды, в первую очередь водных ресурсов. Подобный перечень можно продолжить. В статье основное внимание уделено следующим проблемам:

1. Разработка и применение компьютеризованных баз данных, ГИС и интегрированных моделей для оценки различных возможностей устойчивого управления земле- и водопользования и рыбного хозяйства.

2. Потенциальное и текущее использование моделей в планировании и управлении водных ресурсов.

Для проведения эффективной водосберегающей политики имеет большое значение получение во время информации по нужному региону. Здесь могут помочь прикладные разработки по изучению водных проблем бассейна Аральского моря на основе ГИС-технологий. Авторы в 1991-2012 гг. занимались гидроэкологическим мониторингом с использованием ГИС, поэтому полученный опыт будет полезен специалистам при изучении поверхностных вод. В представленной работе рассмотрены основные результаты некоторых гидроэкологических исследований, проведенных в ИВП АН РУз. Целью исследований явилось изучение загрязнения речных вод бассейна Аральского моря и общей проблемы водообеспечения в условиях нехватки воды. В ходе исследований были решены следующие задачи:

- предложена комплексная схема гидроэкологического мониторинга бассейна Аральского моря

- выявлены основные закономерности гидрохимической ситуации, создана ГИС по гидрохимической и гидрологической ситуации бассейна Аральского моря ;

- получен опыт использования ГИС-технологий при разработке критериев безопасной эксплуатации особо крупных гидротехнических сооружений Республики Узбекистан;

- получен опыт использования ГИС для изучения биоресурсов (в первую очередь рыб) дельты р. Амударьи ;

- на основе ГИС выполнен сопряженный анализ современного экологического состояния региона для создания системы принятия решений;

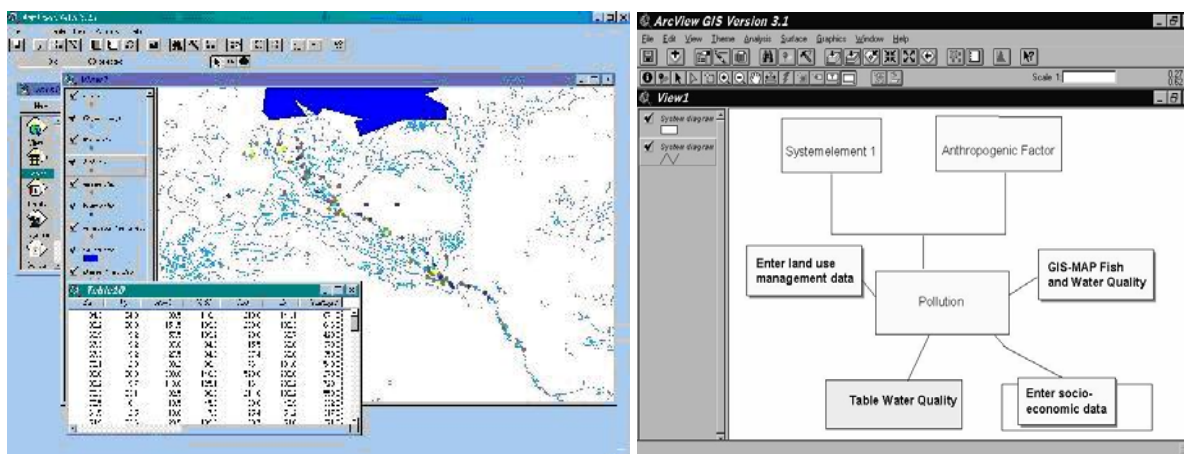
- разработана методика гидроэкологического мониторинга и картографирования и гидрохимической ситуации в условиях дестабилизации природной среды [ 2-11];

Впервые комплексная методика гидроэкологического мониторинга бассейна Аральского моря была предложена в 1995 году./рис.1, Насрулин, 1995/. Позже данная методика была подробно проработана ( Nasrulin, H. Lieth, 2001, Насрулин, 2002) и доработана в 2004 г. с учетом влияния коллекторно-дренажных вод (Чембарисов, 2002-2008).



**Рис. 1. Главные компоненты системы гидроэкологического мониторинга бассейна Аральского моря(ASBMS)**

При помощи программы ArcView GIS, была составлена цифровая гидроэкологическая карта бассейна Аральского моря (рис.2, а), с использованием методики и технических возможностей ГИС-системы где собраны данные по гидрохимическому составу воды с 1980 по 2010 гг. Позже на основе этих программ главные компоненты системы гидроэкологического мониторинга (рис.1) как общая система принятия решений были соединены в виде взаимосвязанных блоков (рис.2, б).



**Рис. 2. а) Пример использования ГИС для гидроэкологического мониторинга дельты Аральского моря б) Пример Системы поддержки принятия решений**

За основу гидроэкологического мониторинга принят комплексный бассейновый метод географо-гидрохимического анализа природно-мелиоративной обстановки, где учтено как влияние естественных факторов, так и антропогенные факторы.

Авторами используется классификация, разработанная в лаборатории гидрохимии ИВП АН РУз, для оценки качества речной воды в целях питьевого водоснабжения с учетом средней величины ИЗВ для каждого створа и выделением следующей градации: хорошая вода, удовлетворительная, плохая, опасная и чрезвычайно опасная для питья. Для определения общей загрязненности речной воды бассейна Аральского моря использовали классификации степени загрязненности воды, разработанные в лаборатории гидрохимии Института водных проблем Академии наук Узбекистана и Главгидромета.

На протяжении последующих блочная модель постоянно дополнялась, была создана система географической информационной системы объединенная с системой поддержкой решений по загрязнению реки и другими факторами крупных бассейнов рек Аральского моря.

Некоторые результаты проведенных исследований с применением гидроэкологического мониторинга приведены в таблице, в которой показана динамика минерализации воды, изменение химического состава по преобладающим ионам и стадиям засоления: так, если в 1931-1940 гг.

минерализация воды у створа Саманбай была 0.51 г/л, химический состав был гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатно-натриево-кальциевым (ГХС-НК), то к 2001-2010 гг. она возросла до 1.23 г/л, а состав воды стал сульфатно-хлоридным-магниевым-кальциевым-натриевым (СХ-МКН).

### Литература

1. Духовный В.А. ИУВР - понимание концепции и ее развитие в регионе ЦАР / Доклад в тренинговом центре МКВК, Ташкент, 2006. с 21.
2. Насрулин А.Б. Опыт комплексного подхода к изучению качества воды в р.Амударье / Водосбережение в условиях дефицита водных ресурсов. - Ташкент, САНИИРИ. - 1995. с 71-73.
3. Nasrulin A., Khamzina A. Use of a model based hydroecological monitoring for managing the Aral Sea Basin/ Annual meeting of the American institute of Hydrology and Hydrogeology, Hydrologic Issues of the 21<sup>st</sup> Century; Ecology, Environment and Human Health, November 7-11, 1999 San Francisco, California; p 69-70
4. Nasrulin A. "Hydroecological monitoring of the Aral Sea Basin in the purpose of Ecological safety" / was published in January, 2000 in the journal "Water resource", Russia, Moscow, Number 1, 2000; 109-113 (in Russian and English).
5. Nasrulin, H. Lieth. Elaboration of Systems Hydroecological Monitoring of Aral Sea Basin/ M. Matthies, H. Malchow & J. Kriz (eds.) Integrative Systems Approaches to Natural and Social Dynamics. Springer-Verlag Berlin, ISBN 3-540-41292-1, appr. August 2001. 249-261
6. Савицкий А. Насрулин А.Б. Совместное использование ГИС-технологий и оптимизационных моделей при разработке экологически применимых режимов // «Использование географических информационных систем и симуляционных моделей для исследования и принятия решений в бассейнах рек Центральной Азии». Гумбольдт-коллеги. Международная конференция. 6-10 июля, 2004. Ташкент. Узбекистан. С 156-161.
7. Чембарисов Э.И., Насрулин А.Б., Лесник Т.Ю. Методика гидроэкологического мониторинга оценки качества поверхностных вод // "Проблемы освоения пустынь", Ашхабад, 2005, №1, С 32-36
8. Насрулин А.Б. Методика гидроэкологического мониторинга при создании информационных блоков системы поддержки решений для управления водными ресурсами бассейна реки Амударья / Сборник научных трудов «К 80-летию САНИИРИ им. В.Д. Журина» 1925-2005, Ташкент 2006. с 334-341.
9. Чембарисов Э.И. Содержание гидроэкологического мониторинга поверхностных вод Центральной Азии // журнал «Водоочистка, водоподготовка, водоснабжение», Москва, 2009, №5, с 74-78.
10. Насрулин А.Б. Опыт использования ГИС-технологий для оптимизации водопользования. / Современные проблемы развития рыночной экономики / материалы региональной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, специалистов и научных работников 17 ноября 2011 г, г. Георгиевск / Рост. Гос. Эконом ун-т (РИНХ) – Ростов н/Д, 2011. с 273-277.
11. Чембарисов Э.И., Хожамуратова Р.Т. Прикладная экология (на примере Республики Каракалпакстан). Учебное пособие. Нукус, Билим, 2012, 84 с.

Таблица

## Гидрохимические характеристики вод бассейна реки Амударья

(обозначения: 1 = минерализация воды г/л; 2= химический состав по преобладающим ионам и стадиям засоления)

реки	створ	год													
		1931-1940		1951-1960		1961-1970		1971-1980		1981-1991		1991- 2000		2001- 2010	
Вахш	Тутк-аул	0,41	ХГС-НК	0,42	ХГС-НК	0,43	ХГС-НК	0,44	ХГС-НК	0,45	ХГС-НК	0,46	ХНС-НК	0,46	ХНС-НК
Пяндж	Шидз					0,19	СГ-МК	0,2	СГ-МК	0,22	СГ-МК	0,23	СГ-МК	0,23	СГ-МК
Сурхандарья	Шурчи (Жданова )	0,3	СГ-МК	0,32	СГ-МК	0,35	СГ-МК	0,38	СГ-МК	0,42	СГ-МК	0,43	СГ-МК	0,43	СГ-МК
Сурхандарья	Мангузар	0,57	ГС-НК	0,6	ГС-НК	0,88	ГС-НК	1,08	ГС-НК	1,23	ГС-НК	1,20	ГС-НК	1,20	ГС-НК
Амударья	Керки	0,5	СХГ-НК	0,51	СХГ-НК	0,57	ГХС-НМК	0,59	ГХС-НМК	0,66	ГХС-МКН	0,67	ГХС-НМК	0,67	ГХС-НМК
Амударья	Саманбай	0,51	ГХС-НК	0,52	ГХС-НК	0,64	ГХС-МКН	0,75	СХ-МКН	1,22	СХ-МКН	1,23	СХ-МКН	1,23	СХ-МКН
Амударья	Темирбай	0,51	ГХС-НК	0,53	ГХС-НК	0,65	ГХС-КН	0,77	СХ-КГ	1,64	СХ-МКН	1,65	СХ-МКН	1,65	СХ-МКН
Кашкарья	Каратикон	0,38	СГ-К	0,49	СГ-НК	1,01	ГС-НМК	1,82	ХС-КМН	2,6	ХС-МН	2,5	ХС-МН	2,5	ХС-МН
Зеравшан	Навои			0,55	СГ-МК	0,73	ГС-КМ	0,88	ГС-КМ	1,25	С-МКН	1,27	С-МКН	1,28	С-МКН
Аральское море															
				9-10	СХ-МН	11-12	СХ-МН	15-17	СХ-МН	28-32	СХ-МН	70-80	СХ-МН	90-110	СХ-МН

Сведения за 1941-1950 гг. в виду малочисленности не обобщены

Обозначения: Х – хлоридный chloride (Cl- ); С – сульфатный sulfate (SO-24 ); Г – гидрокарбонатный hydro-carbonate(HCO3 ); Н – натрий sodium (Na); К- кальций calcium (Ca); М – магний magnesium (Mg+2)

