

УДК 556.5;504.4.062.2(574)

**СОСТАВЛЕНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ИНТЕГРИРОВАННОГО
УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ В ВОССОЗДАВАЕМЫХ
ВЕТЛАНДАХ ДЕЛЬТЫ**

Канд. геогр. наук Л.С. Толеубаева
 Т.Е. Сорокина
 А.З. Таиров
 А.Г. Аскараров

В статье предложена проблемно-ориентированная база данных для имитационно-оптимизационных моделей.

Вследствие антропогенных и природно-климатических факторов был серьезно нарушен естественный гидрологический режим реки Сырдарья. В целях улучшения экологической и социально-экономической обстановки в депрессивных районах Приаралья разрабатывался проект интегрированного управления водными ресурсами при поддержке Научного комитета НАТО «Наука во имя мира». В рамках данного проекта предусматривалась выработка экологически безопасных и экономически эффективных проектных решений водоустройства дельты на основе проведения комплекса полевых экспериментальных работ, использования данных дистанционного зондирования, разработки имитационно-оптимизационных моделей.

Для улучшения системы управления и эффективного использования гидроресурсов в дельтовой системе была разработана иерархически организованная структура озерных систем дельты р. Сырдарья [1], на основании которой создана структура базы данных (БД), ориентированная на информационное обеспечение разрабатываемого комплекса имитационно-оптимизационных моделей [2].

Применение методов математического моделирования в проекте предъявляет особые требования к исходной информации – разработке БД. Центральным понятием БД является «информационный объект». Каждому объекту в момент его регистрации присваивается уникальный код, который сохраняется за объектом на всем протяжении его существования. Подобное кодирование дает возможность отслеживать изменения инфраструктуры во времени. Каждому коду (объекту) соответствует таблица признаков, отражающих принадлежность информационного объекта различным слоям ГИС и моделям в разные периоды времени. Вся информа-

ция в БД хранится в виде соответствующих информационных структур (наборов таблиц), привязанных к определенным объектам. Кодировка объектов опирается на теорию сетей, где «информационный объект» является информационной точкой (в теории графов называемой «вершиной графа»), а каждая структурная связь p (в теории графов называемая «ребром графа») формируется с помощью пары информационных точек $(j, k)_p$, где j – информационная точка, откуда поступает поток. Подобный подход позволяет корректно отображать иерархическую структуру «информационных объектов» и алгоритмическим путем выполнять p – навигацию между ними. В частности, если p – соответствует водным ресурсам, то строится сеть распределения водных ресурсов между «информационными объектами». Объект (семейство объектов), как правило, представляется в виде одной или нескольких таблиц (справочников), каждая из которых содержит набор свойств (характеристик) объекта.

Структура БД включает в себя Справочник объектов (табл. 1), Справочник связей между объектами типа «река» (табл. 2), Справочник связей между объектами типа «гидротехническое сооружение с затвором» (табл. 3), Справочник текущих параметров водных объектов (табл. 4) и др. [2].

Таблица 1

Справочник объектов озерных систем

Код объекта	Наименование на русском языке	Наименование на английском языке	Тип и статус объекта	
			Тип объекта	Статус объекта
01	Куандариинская озерная система	Kuandarinskaya lake system	ОС	
0101	Акколь	Akkol	О	Х
0102	Марьямколь	Maryamkol	О	Р, Х
0103	Алтынколь	Altynkol	О	Х
0104	Шубар, Шатколь, Жуанбалык	Shubar, Shatkol, Zhuanbalyk	Б	Х, Э
0105	Старое русло Куандарии-1	Staroe ruslo Kuandarii-1	Р	
02	Аксайская ОС	Aksayskaya lake system	ОС	
0201	Утебас	Utebas	О	Р, Х
0202	Томайколь	Tomaykol	О	Р, Х
0203	Жубан-Садырбай	Zhuban-Sadyrbay	О	Р, Х
0204	Лахалы	Lakhaly	О	Р, Х
0205	Большой Жанай	Bolshoy Zhanay	О	Р, Х
0206	Малый Жанай	Maly Zhanay	О	Р, Х
0207	Караколь	Karakol	О	Р, Х
0208	Кожамберды	Kozhamberdy	Б	Х
0209	Ишанколь	Ishankol	Б	Х, Э

Код объекта	Наименование на русском языке	Наименование на английском языке	Тип объекта	
			Статус объекта	
0210	Сарыколь	Sarykol	Б	Х, Э
0211	Старое русло Сырдарии	Staroe ruslo Syrdarii	Р	
0212	Старое русло Куандарии-2	Staroe ruslo Kuandarii-2	Р	
03	Камыслыбасская ОС	Kamystybasskaya lake system	ОС	
0301	Кокколь	Kokkol	Б	Х
0302	Жалтырколь	Zhaltyrkol	Б	Р, Х
0303	Кокшеколь	Kokshekol	Б	Р, Х
0304	Макпалколь	Makpalkol	О	Р
0305	Раимколь	Raimkol	О	Р, Х
0306	Жаланашколь	Zhalanashkol	О	Р, Х
0307	Каязды	Kayazdy	О	Х
0308	Жынгылды	Zhyngyldy	О	Х
0309	Талдыарал	Taldyaryl	Б	Х
0310	Кобикты	Kobikty	Б	Х
0311	Кулы	Kuly	О	Х
0312	Лайколь	Laykol	О	Р, Х
0313	Камыслыбас	Kamystybas	О	Р
0314	Канал Кенесарык	Kanal Kenesaryk	Р	
04	Акшатауская ОС	Akshatauskaya lake system	ОС	
0401	Шахай	Shakhay	Б	Х
0402	Котанколь	Kotankol	О	Р, Х
0403	Шомишколь	Shomishkol	О	Р, Х
0404	Караколь	Karakol	О	Р
0405	Караколь	Karakol	Б	Х
0406	Акшатау	Akshatau	О	Р
0407	Канал Акшатау	Kanal Akshatau	Р	
0408	Канал Ардана	Kanal Ardana	Р	
05	Приморская прав. ОС	Seaside right-bank lake system	ОС	
0501	Акжар	Akzhar	Б	Х
0502	Тущебас	Tushchebas	О	Р, Х
0503	Сартерень	Sarteren	О	Х
0504	Есенбай-Батпакты	Esenbay-Batpakty	Б	Х
0505	Насосколь	Nasoskol	Б	Х
0506	Аймекен	Aymeken	Б	Х
0507	Тажедин	Tazhedin	О	Х
0508	Домалак	Domalak	О	Р
0509	Карашалан	Karashalan	О	Р, Х
0510	Байсары (канал Домалак)	Baysary	Р	
06	Приморская левобережная ОС	Seaside left-bank lake system	ОС	
0601	Акбасты	Akbasty	Б	Р, Х

Код объекта	Наименование на русском языке	Наименование на английском языке	Тип объекта	
			Статус объекта	
0602	Ушайдын	Ushaydyn	Б	Х
0603	Когалы	Kogaly	Б	Х
0604	Науша	Nausha	Б	Х
0605	Жыланды	Zhylandy	Б	Х
0606	Картма	Kartma	Б	Х
0607	Каракамыш	Karakamysh	Б	Х, Э
0608	Куилыс	Kuilys	Б	Х, Э
0609	Жарыкколь	Zharykkol	Б	Х
0610	Баян	Bayan	О	Р, Х
0611	Жангылышарал	Zhangylysharal	Б	Х
07	Малое море	Small sea	М	Р
08	Большое море	Big sea	М	
09	Сырдарья	Syrdaria	Р	
0901	до Казалинского гидроузла			
0902	от Казалинского до Аманот- кельского гидроузла			
0903	от Аманоткельского до Аклакского гидроузла			

Примечание: ОС – озерная система, Б – болото, Р – река, О – озеро, М – море, Р – рыбное, Х – хозяйственное, Э – экологическое.

Статус объекта:

Рыбное – водоемы со средней глубиной 2,5...3,0 м, с минерализацией не более 8...10 г/дм³, с нерестовыми и нагульными площадями, с возможными возобновляемыми естественными рыбными ресурсами местных видов, а также искусственное зарыбление и отлов рыб.

Хозяйственное – водоемы и болота с заливными прибрежными поймами со средней глубиной 1,5...2,5 м, минерализацией не более 2,0...4,0 г/дм³ с целью получения строительного и топливного камыша, пастбищ и сенокоса для животноводства, разведения водоплавающих птиц, возможности бахчеводства и огородничества.

Экологическое – болота и заливные площади со средней глубиной 1,0...1,5 м, в основном на осушенном дне восточного морского побережья, для смягчения негативных последствий, возможности создания ареала для поддержки диких животных и птиц.

Произведено обследование водохозяйственной инфраструктуры дельты с определением основных параметров естественных проток и искусственных каналов, а также водорегулирующих гидротехнических сооружений.

Водохозяйственная инфраструктура дельты включает водораспределительную сеть – естественные протоки и искусственные каналы в земляном русле, водорегулирующие сооружения – трубчатые бетонные водовыпуски.

Таблица 2

Справочник связей между объектами типа «река»
по Аксай-Куандаринской ОС

Код главного объекта	Код подчиненного объекта	Средняя ширина по дну	Коэффициент заложения откосов	Уклон	Коэффициент Шези	Максимально допустимое значение расхода (м ³ /с)
0901	0101	3,00	1,00	0,09400	28,60	9,08
0101	0102	3,00	1,00	0,09400	28,60	9,08
0102	0105	3,00	1,00	0,09400	28,60	9,08
0211	0202	3,00	1,00	0,00006	30,60	0,7
0209	0210	3,00	1,00	0,02800	28,60	5,0
0211	0203	12,00	1,00	0,00002	36,80	11,1
0212	0209	3,00	1,00	0,00002	33,30	1,5
0207	0212	3,00	1,00	0,09400	28,60	9,08
0209	08	3,50	1,00	0,00110	32,10	2,2
0210	08	4,50	1,00	0,00027	33,30	7,3
0212	08	3,00	1,00	0,09400	28,60	9,08
0104	08	3,00	1,00	0,09400	28,60	9,08
0902	0305	14,00	1,00	0,00041	37,40	29,1

Выявление количественных характеристик гидравлических связей между водоемами озерных систем является необходимым компонентом для совершенствования системы управления водными ресурсами в дельте Сырдарьи. Результаты полевых обследований выявили в целом неудовлетворительное состояние объектов водохозяйственной инфраструктуры дельты. Многие шлюзы на каналах были разрушены весенними ледоходами и подпорами воды с озерных систем. Ремонт и текущая профилактика из-за отсутствия средств не проводились. Пропускная способность каналов уменьшилась из-за зарастания растительностью, заиливания дна и обрушения береговой насыпи. Подача воды из р. Сырдарьи в озерные системы осуществляется с помощью дамб. Открытие и закрытие дамб осуществляется несвоевременно

из-за отсутствия средств и вода на системы поступает нерегулярно. Часто временные дамбы на каналах размываются, и вода обратно поступает в р. Сырдарью, тем самым нарушается водный режим озерных систем.

Исходная информация для оценок пропускной способности водораспределительной сети и водорегулирующих сооружений получена в ходе полевых гидрологических работ в дельте Сырдарьи.

Таблица 3
Справочник связей между объектами типа «гидротехническое сооружение с затвором» по Аксай-Куандаринской ОС

Код главного объекта	Код подчиненного объекта	Отметка порога сооружения (м)	Суммарная ширина пролетов (м) или диаметр трубы	Максимальное открытые затворов (м)	Максимально допустимое значение расхода (м ³ /сек)
0101	0205	57,97	1,00		4,1
0105	0103	57,16	1,00		3,5
0105	0104	58,01	1,00		2,6
0103	0207	55,25	5,40	2,00	39,7
0901	0211	58,00	3,00	1,50	6,0
0901	0201	58,20	3,00	1,50	6,0
0203	0204	57,14	12,00	2,00	54,5
0204	0205	57,48	9,00	2,00	26,7
0205	0206	55,63	9,50	1,50	51,6
0206	0208	55,50	1,60	1,00	1,5
0206	0207	55,25	5,40	2,00	14,4
0206	0212	55,25	5,40	2,00	14,4
0101	0205	57,97	1,00		4,1

Получены морфометрические характеристики и водно-солевой режим по основным водным объектам дельты в составе шести исследуемых озерных систем (табл. 4) [3, 4].

На основании данных полевых обследований и космического зондирования разработана имитационная модель движения водных потоков в дельте р. Сырдарьи, выполненная в виде шести взаимодействующих озерных систем, включающих 53 водных объекта. На рис. приведен фрагмент имитационной модели движения водных потоков в дельте р. Сырдарьи для одной из шести озерных систем – Камыстыбасской.

Таблица 4

Справочник текущих параметров водных объектов
по Аксай-Куандаринской ОС

Код объекта	Дата измерения	Абс. высота уреза воды, м	Площадь свободной поверхности	Объем воды в акватории	Средняя глубина, м	Минерализация воды, г/дм ³
0101	04.2005	60,61	9,9	23,2	1,9	0,55
	04.2006	61,82	12,0			1,59
0102	04.2005	67,36	30,2	54,8	1,8	1,54
	07.2005					
	10.2005	66,08	21,6			3,61
	03.2006					
0103	04.2006	59,94	25,0	13,2	1,5	2,98
	04.2005	58,56	8,9			1,73
	10.2005	57,16	5,0			3,81
	04.2006	56,50	2,0			
0104	04.2005					
	07.2005					
	10.2005					
0201	04.2005	63,00	5,2	11,9	2,3	1,03
	07.2005	61,70	3,2			
	10.2005	61,92	3,6			
	04.2006		5,0			
0202	04.2005	66,91	3,4	8,4	2,5	1,04
	07.2005	66,60	2,0			
	10.2005	65,50	2,2			
	04.2006		3,0			
0203	04.2005	59,27	41,8	59,4	1,4	0,64
	07.2005	57,37	10,1			
	10.2005	57,87	20,7			
	04.2006	58,14	23,0			0,69
0204	04.2005	59,15	60,6	50,2	0,8	0,79
	07.2005	58,16	13,5			
	10.2005	58,79	27,3			1,29

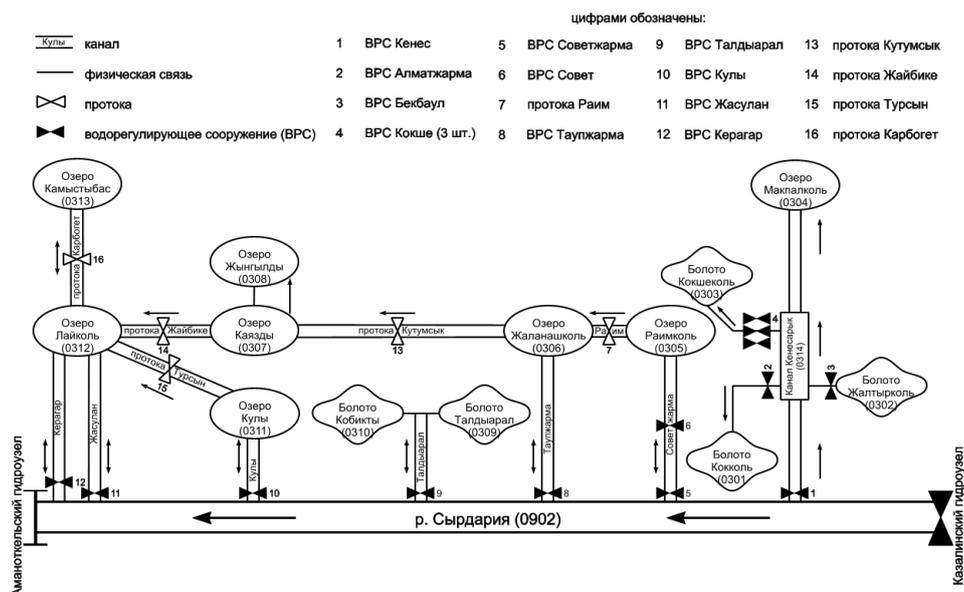


Рис. – Имитационная модель движения водных потоков в Камыстыбасской озерной системе.

Работа выполнена в рамках международного проекта «Интегрированное управление водными ресурсами в целях восстановления ветландов Аральского моря (Северная часть)».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мальковский И.М., Толеубаева Л.С., Сорокина Т.Е., Таиров А.З., Аскаров А.А. Разработать гидроэкологические основы регулирования и распределения речного стока в Арало-Сырдаринской природно-хозяйственной системе на принципах интегрированного управления водными ресурсами // Вопросы географии и геоэкологии. – Алматы, 2009. – №1-2. – С. 22-29.
2. Мальковский И.М., Толеубаева Л.С., Сорокина Т.Е., Таиров А.З., Аскаров А.А. Интегрированное управление водными ресурсами в целях восстановления ветландов Аральского моря (Северная часть) // Вопросы географии и геоэкологии. – Алматы, 2009. – №1-2. – С. 35-42.
3. Сорокина Т.Е. Озерные системы дельты реки Сырдария / Материалы международной научно-практической конференции «Сатпаевские чтения». 10-11 апреля 2008 г. – Алматы, 2008. – С. 184-186.
4. Таиров А.З. Гидрохимический режим нижнего течения р. Сырдария и химический состав воды, питающих озерные системы дельты реки /

