Интегральная оценка качества водных ресурсов Республики Армения

Оганесян К.А., кандидат технических наук,
Ассоциация за УЧР, эксперт по качеству водных ресурсов

Поверхностные водные ресурсы территории Республики Армения относятся к водосборному бассейну реки Кура, Величина среднегодового водного стока, формируемого на территории РА оценивается в 7,33 млрд.м^3, из которых 3,5 млрд. м^3 приходится на долю поверхностного стока, и 3,8 составляет подземный сток. При этом из общего подземного стока 1,6 млрд.м^3 выклинивается в виде родников на поверхность, другая часть разгружается в реках и озерах.

Качественные показатели подземных водных источников очень высокие, поэтому они используются в коммунальном водоснабжении (96%) без дополнительной обработки. Регулирование поверхностного стока посредством водохранилищ суммарным обьемом около 1 млрд. м^3. Эти водохранилища используются, в основном, в ирригационных, гидроэнергетических, рекреационных и других целях.

Нарастание дефицита воды по количественным и качественным показателям определяет необходимость формирования новых подходов к решению проблемы водопользования. Основная цель водного хозяйства состоит в надежном обеспечении качественной водой населения и народного хозяйства, что и определяет перспективы экономического и социального развития общества.

Состояние водных экосистем достаточно адекватно характеризуется качеством воды в них, поэтому интегральные показатели качества воды могут служить объективными аргументами состояния источников водоснабжения. Целесообразность такого подхода исходит из необходимости выражения информационного массива в форме, пригодной для использования органами управления и охраны водных ресурсов.

В условиях истощения и антропогенного загрязнения водных ресурсов возникает необходимость в оценке качественного состояния водной экосистемы, и задача состоит в том, чтобы отразить ее числом - индексом качества воды. Для этого, на наш взгляд, наиболее адекватен метод комп лексной оценки качества воды путем экспертных оценок с помощью индекса качества воды.

Математически этот процесс можно описать следующим образом:

$$I_k = \left[\sum_{i=1}^{n} \gamma_i \omega_i\right] \prod_{i=1}^{n} \varphi(\omega_i, \gamma_i), \qquad (1)$$

$$0 < I \le 5, \sum_{i=1}^{n} \gamma_i = 1, \; 1 \le \omega_i \le 5,$$

где I_k – индекс качества k-того водоема.

i – ингредиент,

γ_i – относительный вес i-ого показателя,

ω_i – оценка качества воды по i-ому показателю,

φ –“штрафная” функция, понижающая индекс при превышении нормы каким-либо показателем

В итоге, исходя из среднего статистического отобраны десять общесанитарных показателей, наиболее существенных для суждения о качестве воды. “Вес” выбранных параметров качества воды рассчитан для всех показателей и приводится в таблице 1.

Для упрощения рассчетов предлагаются средние значения «штрафной» функции φ, вычисленные для каждой ω_i.

$$\varphi_5 = \varphi_4 = 1, \quad \varphi_3 = 0.92, \quad \varphi_2 = 0.83, \quad \varphi_1 = 0.72.$$

Оценка качества воды

табл.1

Показатель	Балл					Вес γ_i
	5	4	3	2	1	
Коли-индекс	0-100	100-1000	10^3-10^5	10^5-10^7	>10^7	0,18
Запах, баллы	0	1-2	3	4	5	0,13
БПК$_5$, мг/л	0-1	1-2	2-4	4-10	>10	0,12
pH	6,5-8	6,5-8,5	5-9,5	4-10	10	0,10
Растворенный кислород, мг/л	>8	8-6	6-4	4-2	<2	0,09
Цветность, град	<20	20-30	30-40	40-50	>50	0,09
Взвешенные вещества, мг/л	<10	10-20	20-50	50-100	>100	0,08
Общая минерализация, мг/л	<500	500-1000	1000-1500	1500-2000	>2000	0,08
Хлориды, мг/л	<200	200-350	350-500	500-700	>700	0,07
Сульфаты, мг/л	<250	250-500	500-700	700-1000	>1000	0,06

При этом индекс качества воды уменьшается с повышением степени загрязненности водоема --пятибальной системе: баллу 5 условно соответствует очень чистая вода, баллу 4-чистая вода,3-умеренно грязная,2 - грязная, 1 - очень грязная.

Нормативные требования к качеству питьевой воды устанавливаются как на международном, так и национальном уровнях. Основными международными базовыми документами являются Руководство по контролю качества питьевой воды, разработанное Всемирной Организацией Здравоохранения ("Руководство ВОЗ") и Директива Европейского Экономического Сообщества. Ориентируясь на международные документы, а также на многолетние исследования качества источников питьевого водоснабжения населения, предложены регламентирующие параметры качества питьевой воды для РА.(табл. 2)

Сравнительные сводные данные нормируемых и контролируемых показателей качества питьевой воды

Таблица 2

NN	Параметры качества воды	Единица измерения	Регламентирующие документы				
			Руководство ВОЗ	Директива ЕЭС	EPA (США)	СанПиН (РФ)	Стандарт РА (проект)
			Органолептические показатели				
1	2	3	4	5	6	7	8
9	Привкус	балл	0	2	2	2	0
10	Запах	балл	0	2	3	2	0
11	Цветность	град	15	20	15	20	0
12	Прозрачность (мутность)	см (ЕМФ)	(5.0)	(4.0)	(1.0)	(2.6)	35
			Физико-химические параметры				
13	Температура	°C	-	25	-	-	10,0
14	Водородный показатель	pH	6.5-8.5	9.5	6,5-8,5	6,0-9,0	7,5-8,5
15	Сухой остаток	мг/л	-	1500	500	1000	500
16	Жесткость общая	мг-экв/л	-	5,0	-	7,0	7,0
17	Щелочность	мг/л HCO_3	-	30	-	-	120
18	Сульфаты	мг/л	400	250	250	500	100
19	Кальций	мг/л	100	100	-	-	70,0
20	Калий	мг/л	-	12,0	-	-	8,0
21	Магний	мг/л	-	50	-	-	60,0
22	Натрий	мг/л	200	150	20,0	-	100
23	Алюминий	мг/л	0.2	0,2	0,05	0,5	-
24	Растворенный кислород	мг/л (%)	-	(75)	-	-	10,0
25	БПК₅	мг/л	-	-	-	-	2,0
26	Хлориды	мг/л	250	250	250	350	100
			Нежелательные компоненты				
27	Медь	мг/л	2.0	3,0	1,0	2,0	0,02
28	Цинк	мг/л	5.0	5,0	5,0	5,0	0,0005
29	Фосфаты	мг/л	-	5,0	-	3,5	0,2
30	Марганец	мг/л	0.5	0,5	0,05	0,5	0,1
31	Железо	мг/л	0.3	0,2	0,03	0,3	0
32	ПВА	мг/л	-	0,2	0,05	0,5	0
33	Нитраты	мг/л	50	50	10,0	-	2,0
34	Нитриты	мг/л	3.0	0,1	1,0	-	1,0
35	Аммоний	мг/л	-	0.5	-	-	0,2
36	Барий	мг/л	0.7	0,1	5,0	0,1	-
37	Серебро	мг/л	-	0,1	0,09	-	-
38	Бор	мг/л	-	1,0	-	0,5	0
1	2	3	4	5	6	7	8
39	Окисляемость перманганатная	мг/л	-	5,0	-	-	-
40	Фенолы	мкг/л	-	0,5	-	1,0	-
41	Фтор	мг/л	1,5	1,5	4,0	1,2	0,7
42	Минерализация	мг/л	1000	-	500	1000	500
43	Нефтепродукты	мкг/л	0.01	-	-	0,1	0
44	Остаточный хлор	мг/л	-	-	-	0.3-0,5	0,3
			Токсичные вещества				
45	Мышьяк	мг/л	0.01	0,05	0,05	0,01	0
46	Бериллий	мг/л	-	-	-	0,0002	-
47	Кадмий	мкг/л	3,0	5,0	5,0	1,0	0,1
48	Цианиды	мг/л	0,07	0,05	-	0,1	-
49	Хром	мг/л	0,05	0,05	0,1	0,05	0,015
50	Ртуть	мг/л	0,001	0,001	0,002	0,001	-
51	Никель	мг/л	0,02	0,05	-	0,02	0
52	Свинец	мг/л	0,05	0,05	0,05	0,01	0, 005
53	Сурьма	мг/л	0,005	0,01	-	0,005	-
54	Селен	мг/л	0,01	0,01	0,05	0,01	-
55	ДДТ	мкг/л	2,0	0,1	2,0	2,0	0
56	Линдан (ГХЦГ)	мкг/л	2,0	0,1	2,0	2,0	0
57	Бензол	мкг/л	10,0	5,0	-	10,0	-

Водные мелиорации являются одним из крупнейших потребителей воды, оказывают воздействие на мелиорируемые агроландшафты и связанные с ними экосистемы. В основу оценки качества оросительной воды положены ирригационные коэффициенты. Выявить вероятность возможного развития негативных процессов в почвогрунтах дает комплексная оценка качества оросительной воды.

Это позволяет оценить воздействие мелиорации на экосистему вода-почва-растение. (табл.3)

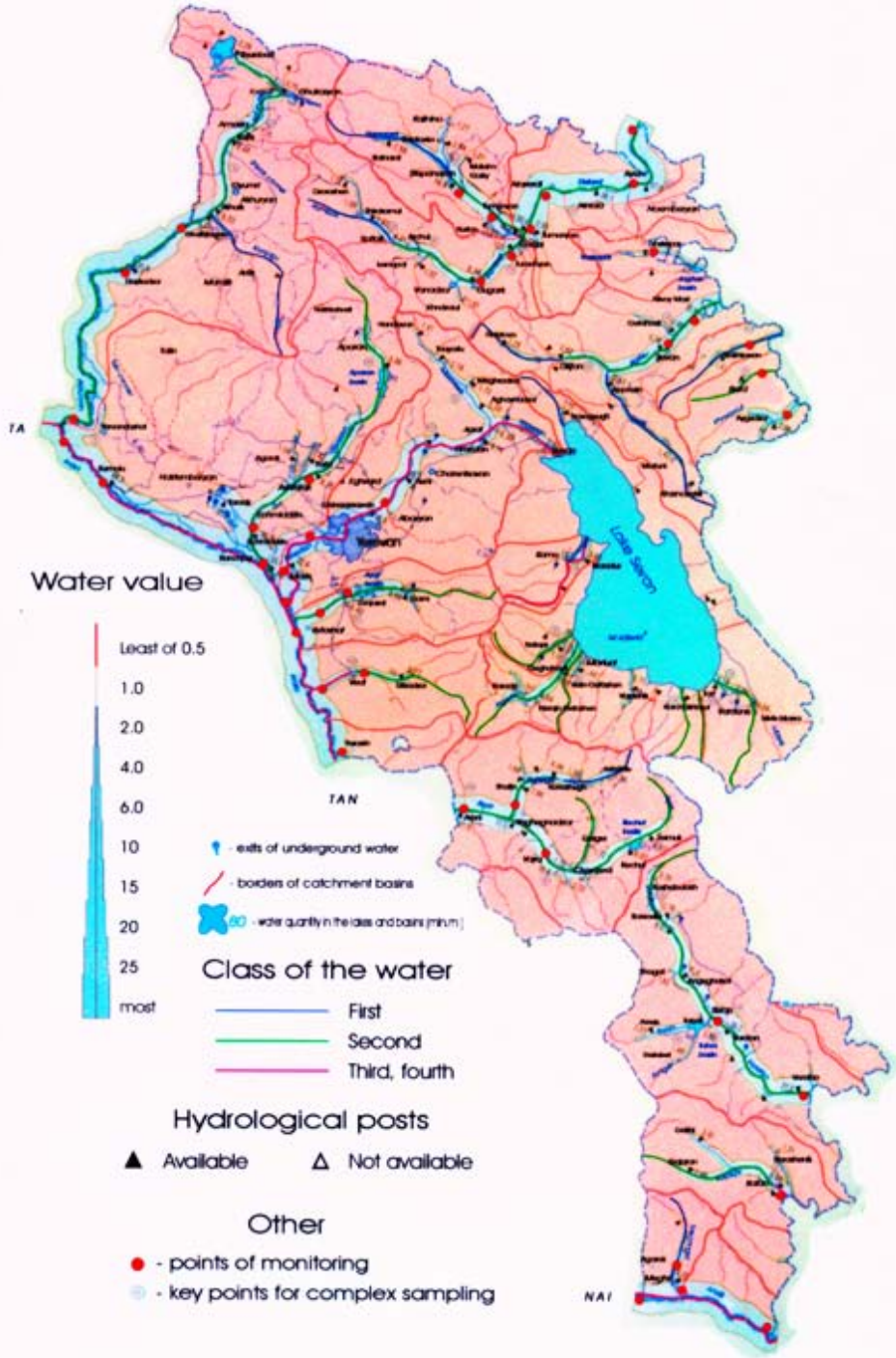
Комплексная оценка качества оросительной воды

Таблица 3

Класс воды	pH	Оценка качества воды по степени опасности развития процессов в почвах			
		Хлористого засоления	Натриевого осолонцевания	Магниевого осолонцевания	Содообразования
		Cl'	$\frac{Ca}{Na + K}$	$\frac{Ca}{Mg}$	$(CO_3'' + HCO_3') - (Ca + Mg)$
I.	6,5-8,0	<2,0	>2,0	>1,0	<1,0
II.	6,0-6,5 8,0-8,5	2,0-4,0	2,0-1,0	1,0-0,7	1,0-1,25
III.	5,5-6,0 8,5-9,0	4,0-10,0	1,0-0,5	0,7-0,4	1,25-2,5
IV.	5,5-7,9	>10,0	<0,5	<0,4	>2,5

Результаты расчетов интегральной оценки качества воды ирригационного назначения приведены в таблице 4 и на рисунке.

Комплексная оценка качества оросительной воды водохранилищ

Наименование водохранилищ	pH	Cl`	Ca’’ ------- Mg’’	Ca’’ -------- Na’+K’	($CO`_3$+ $HCO`_3$) – (Ca’’+Mg’’)	Класс воды
Шамбское	8,7	0,4	0,70	2,0	0,2	II
Толорское	8,4	0,4	1,2	1,4	0,8	II
Спандарянское	8,0	0,4	0,84	1,5	0,2	III
Вардакарское	7,9	0,59	3,65	1,31	0,08	II
Джогазское	8,7	0,56	2,01	0,92	0,2	II
Манташское	7,7	0,33	1,41	0,16	0,01	IV
Сарнахпюрское	7,8	0,64	3,55	0,98	1,32	II
Апаранское	7,8	0,50	2,65	1,26	0,41	II
Халаварское	7,8	0,37	2,22	1,29	0,11	II

Scheme of RA surface water quality classification by irrigation parameters