

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ искусственного водоема Азат и оценка КАЧЕСТВА ВОДЫ индексными методами

**Определены гидрохимические показатели качества воды
проточного водохранилища Азат за 2006-2009 гг.
Дана оценка качества воды водохранилища
индексными методами.**

Введение

Проточное водохранилище Азат расположено в Араратском регионе в середине русла р. Азат. Оно эксплуатируется с 1976 г. Водоохранилище имеет площадь 2,85 км², общий объем воды 70 млн. м³, полезный объем 60,8 млн. м³, водопропускная способность 34,5 м³/сек. Водоохранилище в основном питается от р. Азат.

Водоохранилище Азат является основным водохранилищем для системы орошения региона Арташат и предусмотрено для орошения 10 тыс. гектаров угодий, используется также для энергетических и рыбохозяйственных целей [1].

Целью работы является исследование экологического состояния проточного водохранилища Азат за 2006-2009 гг. на основании гидрохимических показателей и оценка качества воды индексными методами.

Материалы и методы исследования

Отбор проб осуществлялся около плотины водохранилища Азат в 2006-2009 гг. ежемесячно. Отбор и хранение проб проводилось согласно методикам [2, 3].

В пробах были определены рН, минерализация, жесткость воды, величины БПК₅ и ХПК, содержание растворенного кислорода, главных ионов (Na⁺, Mg²⁺, K⁺, Ca²⁺, HCO₃⁻, SO₄²⁻, Cl⁻), биогенных веществ (Si, P (в виде фосфат иона), неорганические соединения азота), а также содержание Fe, Al, Cu, Zn, V, Cr, Mn, Se, Br, Sr, Cd, Pb, Sn, Mo, As, Co, Ni.

Т.Г. Дерцян*,
соискатель,
Ереванский
государственный
университет

Л.А. Маргарян,
кандидат химических
наук, преподаватель,
Ереванский
государственный
университет

С.Г. Минасян,
заместитель
директора по науке,
Центр мониторинга
воздействий
на окружающую
среду

Г.П. Пирумян,
доктор технических
наук, профессор,
заведующий к
афедрой
Экологическая химия,
химический
факультет,
Ереванский
государственный
университет



Гидрохимические исследования проводились согласно методикам [2-4].

Использовались реагенты марки «хч» или «чда». Все лабораторные измерения проводились при комнатной температуре (20±0,5 °С).

Индексы качества воды. На основании полученных гидрохимических показателей была определена степень загрязненности водохранилища Азат индексными методами. Для этого использовались индексы качества воды (ИКВ), которые различаются по структуре, применимости и используемым подходам [5, 6]. Применялись Индекс загрязненности воды (ИЗВ), Орегонский индекс качества воды (ОИКВ), Малайзийский индекс качества воды (МИКВ), Канадский индекс качества воды (КИКВ), Удельно-комбинаторный индекс качества воды (УКИКВ). В качестве критериев для расчета

* Адрес для корреспонденции: derdzyan.t@gmail.com

индексов использовались рыбохозяйственные нормативы качества воды [7].

ИЗВ представляет собой среднюю долю превышения ПДК по строго лимитированному числу индивидуальных ингредиентов. С помощью значений ИЗВ можно получить предварительную картину экологического состояния водного объекта и сравнить загрязненность воды в различных частях данного водного объекта или сравнить качество воды в разных водных объектах [5]. С помощью ИЗВ возможно получить краткую информацию об уровне загрязненности воды водного объекта, об эвтрофных процессах, происходящих под природными и антропогенными воздействиями внутри водного объекта, о их скорости и последствиях.

Для расчета ИЗВ используются значения следующих параметров: растворенный кислород, БПК₅, N-NO₂⁻, N-NH₄⁺, Cu, нефтепродукты. При отсутствии данных по нефтепродуктам используются данные по ванадию.

ОИКВ основан на содержании общего азота и фосфора в воде и дает информацию о воздействии коммунально-бытовых и сельскохозяйственных сточных вод на природные водные объекты [5]. ОИКВ можно применять как для обнаружения сезонных изменений экологического состояния данного водного объекта, так и для долгосрочных исследований и прогнозов. В этом индексе присутствует подход, применение которого в расчетах многих показателей качества воды не позволяет обнаружить небольшие, специфические изменения водного объекта. Поэтому используется как можно меньшее количество показателей, сочетание которых может комплексно оценить качество воды.

Ключевые слова:

гидрохимические
показатели,
индексы качества
воды,
предельно
допустимые
концентрации

Для расчета ОИКВ используются значения температуры и минерализации воды, pH, растворенного кислорода, насыщенности кислородом, общего фосфора, суммарного значения аммонийного и нитратного азота (параметры, обязательные для расчета индекса).

МИКВ дает начальную информацию о водном объекте. Он учитывает почти те же показатели, которые используются в ОИКВ, но акцент ставится на изменении содержания взвешенных веществ [5]. МИКВ используется для приблизительной оценки качества воды и для начальной оценки пригодности водопользования в разных отраслях хозяйства. Для расчета МИКВ используются данные pH, насыщенности кислородом, концентрации взвешенных веществ, БПК₅, ХПК и N-NH₄⁺ (параметры, обязательные для расчета индекса).

КИКВ и УКИКВ - комплексные относительные показатели степени загрязненности воды, которые рассчитываются по наиболее распространенным в поверхностных водах загрязняющим веществам (от четырнадцати и более) и показывают долю загрязняющего эффекта, обусловленную их одновременным присутствием. В КИКВ и УКИКВ учитывается возможность, кратность и предел загрязнения. С помощью этих индексов можно распределить водные объекты по пригодности к водопользованию [5, 6].

Для расчета КИКВ и УКИКВ используются данные о концентрациях растворенного кислорода, нефтепродуктов, БПК₅, ХПК, N-NO₂⁻, N-NO₃⁻, N-NH₄⁺, PO₄³⁻, SO₄²⁻, Cl⁻, Si, Na, K, Mg, Ca, минерализация, B, Br, Al, Fe, Cu, Zn, Cr, Mn, Cd, Se, V, Ni, Co, Pb, As,



Таблица 1

Значения индексов и соответствующие им классы

Индекс Класс	Индекс загрязненности воды	Орегонский индекс качества воды	Малайзийский индекс качества воды	Канадский индекс качества воды	Удельно- комбинаторный индекс качества воды
1 класс	очень чистая <0,3	условно чистая 100-90	условно чистая >92,7	условно чистая 100-95	условно чистая
2 класс	чистая 0,3-1,0	слабо загрязненная 89-85	слабо загрязненная 92,7-76,5	слабо загрязненная 94-80	слабо загрязненная
3 класс	умеренно загрязненная 1,0-2,5	загрязненная 84-80	загрязненная 76,5-51,9	загрязненная 79-65	загрязненная
4 класс	загрязненная 2,5-4,0	грязная 79-60	грязная 51,9-31,0	грязная 64-45	грязная
5 класс	грязная 4,0-6,0	экстремально грязная 59-10	экстремально грязная <31,0	экстремально грязная 44-0	экстремально грязная
6 класс	очень грязная 6,0-8,0	—*	—	—	—
7 класс	экстремально грязная >8,0	—	—	—	—

Примечание: * - ОИКВ, МИКВ, КИКВ, УКИКВ индексы имеют пятибальную классификацию.

Ba, Sb, Mo. В этих индексах учитываются кратность превышения допустимых норм загрязнителя и повторяемость случаев загрязненности.

В табл. 1 приведены значения индексов и соответствующие им классы загрязненности воды.

Результаты и их обсуждение

Гидрохимические исследования водохранилища Азат за 2006-2009 гг. показали, что вода в нём основная, мягкая, с удовлетворительным кислородным режимом (табл. 2).

Минерализация воды низкая, но за указанный период колеблется в достаточно широком диапазоне.

Значения БПК₅ и ХПК, характеризующие содержание органических соединений в водохранилище, в среднегодовом разрезе не превышали нормативы [7]. Отдельные отклонения от норматив наблюдались в различные месяцы для значений БПК₅. Превышения отмечались в апреле 2006 г. (в 2,07 раза) и в июне 2007г. (в 1,4 раза).

За указанный период значение БПК₅ имело тенденцию понижения, а значение ХПК имело колебательный характер.

Содержание нитратного азота в течение 2006-2009 гг. находилось в пределах ПДК. Превышения нитритного азота отмечались в

2006 и 2008 гг. В 2006 г. превышения наблюдались в апреле, сентябре и ноябре (1,6; 6,8; 1,8 ПДК), а в марте и октябре 2008 г. - 1,4 ПДК. Превышение ПДК имело место также и по аммонийному азоту - 7,98 ПДК и 2,97 ПДК в апреле 2008 г. и апреле 2009 г., соответственно. Содержание PO₄³⁻ за весь период исследований находилось в пределах ПДК.

Содержание Si повысилось в марте и апреле 2008 г. (1,3 ПДК) и в апреле 2009 г. (1,4 ПДК).

Содержание Na⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, SO₄²⁻ и Cl⁻ за весь период оставалось в пределах ПДК. Содержание HCO₃⁻ с 2006-2008 гг. возрастало, в 2009 г. значительно снизилось, но, в основном, имело колебательный характер.

Содержание Al в исследуемый период значительно превысило ПДК (до 10), но наблюдалось резкое понижение его концентрации с 2006 по 2009 гг. (2006г - 5,65 ПДК, 2009г. - 1,68 ПДК) (табл. 2).

Концентрация Cu за весь период наблюдений колебалась, достигая в отдельные месяцы 2-3 ПДК.

В водохранилище наблюдалась большая концентрация V, которая превысила ПДК в 4-23,5 раза, но видна тенденция к её снижению с 2006 по 2009 гг. (2006 г. - 13,8 ПДК, 2009 г. - 7,9 ПДК).

Концентрация Mn в разные месяцы превысила ПДК (1,3-30 ПДК). Превышения, в основном, наблюдаются осенью.

Таблица 2

Некоторые гидрохимические показатели воды проточного водохранилища Азат за 2006-2009 гг.

Показатели, мг/л	ПДК	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.
рН	6,5-8,5	9,13	8,9	8,82	8,67
Растворенный кислород	>6	10,54	8,97	8,27	9,46
БПК ₅	3	2,91	2,88	1,77	2,14
ХПК	30	9,60	8,39	12,30	10,93
Нитратный азот	9	0,45	1,85	0,24	0,11
Нитритный азот	0,024	0,0456	0,0098	0,0250	0,0070
Аммонийный азот	0,39	0,100	0,133	0,566	0,213
Si	10,4	9,60	8,39	12,30	10,93
PO ₄ ³⁻	3,5	-	0,03	0,01	0,06
Na ⁺	120	37,29	21,28	20,93	15,98
Mg ²⁺	40	10,94	7,33	7,32	6,55
K ⁺	50	3,03	4,96	2,03	1,74
Ca ²⁺	180	23,65	19,54	19,43	19,78
SO ₄ ²⁻	100	47,54	56,46	53,58	40,04
Cl ⁻	300	15,34	26,19	10,13	16,52
HCO ₃ ⁻	-*	93,56	94,07	108,53	69,3
Минерализация	1000	268,41	187,96	201,59	149,75
Жесткость, мгэкв/л	-	2,1	1,7	1,6	1,5
Fe	0,5	0,16	0,19	0,10	0,04
Al	0,04	0,226	0,232	0,099	0,067
Cu	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002
V	0,001	0,014	0,013	0,010	0,008
Cr	0,001	0,0008	0,0007	0,0007	0,0008
Mn	0,01	0,027	0,079	0,036	0,007
Co	0,01	0,0002	0,0003	0,0002	0,0002
Ni	0,01	0,001	0,001	0,001	0,001
Zn	0,01	0,007	0,003	0,001	0,002
As	0,05	0,002	0,002	0,000	0,001
Br	0,2	0,04	0,04	0,03	0,02
Se	0,001	0,0005	0,0013	0,0005	0,0006
Pb	0,1	0,0002	0,0003	0,0001	0,0001
Mo	0,5	0,010	0,001	0,001	0,004
Cd	0,005	0,00002	0,00001	0,00001	0,00001
Sn	0,66	0,00005	0,000055	0,00006	0,00001
Sb	0,05	0,0008	0,0003	0,0004	0,0002
Ba	2	0,021	0,029	0,025	0,019
Sr	2	0,26	0,28	0,23	0,19
B	-	0,11	0,09	0,09	0,06

Примечание: * – данные параметры не имеют установленных рыбохозяйственных ПДК.

Высокое содержание Se наблюдалось в мае-июле 2007 г. (2,5; 1,3; 2 ПДК) и в июне 2009 г. (1,9 ПДК). В остальные месяцы превышения не отмечены.

Повышенные концентрации Cr наблюдалось лишь в ноябре 2008 г. (1,7 ПДК).

За 2006-2009 гг. исследовалось также содержание Fe, Co, Ni, Zn, As, Br, Pb, Mo, Cd, Sn, Sb, Ba, Sr - элементов, концентрации которых за весь период наблюдений оставались в пределах ПДК.

Данные о классификации степени загрязненности водохранилища Азат по индексам качества воды приведены в *табл. 3*.

По данным комплексной оценки загрязненности водохранилища за 2006-2009 гг. понизилась. Минимальное загрязнение наблюдалось в 2009 г.

По оценкам ИЗВ степень загрязненности водохранилища с 2006-2008 гг. принадлежала IV классу (загрязненная), а в 2009 г. - III классу (умеренно загрязненная), т.е. наблюдалось постепенное понижение загрязненности водохранилища с 2006 по 2009 г.

По оценкам ОИКВ загрязненность водохранилища в 2005 г. принадлежала V классу (экстремально грязная), а в 2007-2009 гг. - IV классу (грязная).

По оценкам МИКВ водохранилище принадлежит II классу (слабо загрязненная), что означает возможность использования воды водохранилища для водоснабжения (после предварительной очистки), рекреационных целей и рыбоводства.

По оценкам КИКВ и УКИКВ вода в водохранилище в 2006-2009 гг. относилась к III классу (загрязненная), а в 2009 г. - II классу (слабо загрязненная).

Заключение

Гидрохимическая и комплексная оценка качества воды искусственного водохранилища Азат с использованием норм для водоемов рыбохозяйственного назначения показала, что наблюдается понижение загрязненности воды водохранилища за 2006-2009 гг.

Литература

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Бассейн р. Аракс (1973) М.: Гидрометеоиздат, т.9, вып. 2, 470 с.
2. Standard methods for the examination of water and wastewater, 20th edition USA. Edited by Lenore S. Clesceri, Arnold E. Greenberg, Andrew D. Eaton. 1998. p. 1.27-3.52

Таблица 3

Классификация степени загрязненности водохранилища Азат

Индекс качества воды	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.
Индекс загрязненности воды	3,24 4 класс	2,72 4 класс	2,52 4 класс	1,94 3 класс
Орегонский индекс качества воды	57,10 5 класс	60,81 4 класс	76,37 4 класс	76,55 4 класс
Малайзийский индекс качества воды	79,82 2 класс	86,04 2 класс	85,94 2 класс	88,19 2 класс
Канадский индекс качества воды	68,99 3 класс	70,26 3 класс	73,68 3 класс	81,87 2 класс
Удельно-комбинаторный индекс качества воды	2,12 3 класс	2,07 3 класс	2,01 3 класс	1,64 2 класс



3. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Главное управление гидрометеорологической службы при Совете Министров СССР. (1977) Л.: Гидрометеоиздат, 542с.
4. Фомин Г.С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам, Москва, Энциклопедический справочник, 2000 г.
5. Маргарян Л.А.). Комплексная оценка качества поверхностных вод при помощи компьютерного моделирования. / Л.А. Маргарян, С.Г. Минасян, Г.П. Пирумян //

Вода и экология: проблемы и решения. 2009. Вып. 3. С. 50-61.
6. Л.А. Маргарян. Сравнение канадского и удельно-комбинаторного индексов качества воды при оценке загрязненности р. Раздан / Л.А. Маргарян, С.Г. Минасян, Г.П. Пирумян "Вода и экология: проблемы и решения. 2008. Вып. 3. С. 57-64.
7. Рыбоохрана, Сборник нормативных актов, Министерство рыбного хозяйства СССР, М.; Юрид. лит, 1988.



T.G. Dertsyan, L.A. Margaryan, S.G. Minasyan, G.P. Pirumyan

HYDROCHEMICAL EVALUATION OF AZAT POND ECOLOGICAL STATE AND WATER ASSESSMENT BY INDEX METHODS

Hydrochemical parameters of water quality for Azat reservoir within the period of 2006-

2009 have been studied. The water quality has been estimated by index methods.

Key words: hydrochemical index, water quality indices, the maximum permissible concentration