

УДК 551.482.1

О.В. Савинкова *

**О ВЗАИМОСВЯЗИ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО И
ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМОВ БУХТАРМИНСКОГО
ВОДОХРАНИЛИЩА***ВОДОХРАНИЛИЩЕ, ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ,
РЕЧНАЯ ЧАСТЬ, ОЗЕРНАЯ ЧАСТЬ, ВОДНОСТЬ, ГИДРО-
ХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ*

Проведен анализ гидрологического режима Бухтарминского водохранилища за период 2008...2012 гг. Установлена прямая взаимосвязь между гидрохимическим и гидрологическим режимами.

Бухтарминское водохранилище – одно из крупнейших в Казахстане. Питается водами основных притоков: рр. Черный Иртыш, Кальджир, Курчум, Нарым, Бухтарма, Тургусун. Расположено в зоне полупустынь и сухих степей Восточно-Казахстанской области. При нормальном подпорном горизонте его емкость достигает 53,1 км³, полезная емкость – 31 км³, площадь зеркала составляет порядка 5400 км². Бухтарминское водохранилище осуществляет полное многолетнее регулирование стока р. Иртыш.

Водоохранилище имеет вытянутую форму сложной конфигурации смешанного типа, по морфологическим и гидробиологическим признакам делится на несколько частей – озерную (оз. Зайсан) и речную, которая в свою очередь подразделяется на озерно-речную, горно-долинную и горную. Озерная часть водохранилища – подтопленное оз. Зайсан, составляет около 70 % площади всего водохранилища. Озеро мелководно, средняя глубина его колеблется от 2,5 м при минимальном уровне и до 8 м при НПУ (394,84 мБС).

Речной участок частично располагается в горной зоне и представляет собой затопленную долину р. Иртыш. Речная часть водохранилища наиболее глубоководна – средняя глубина составляет 30...35 м. Из-за большой глубины речной части гидрологическое падение уровня достаточно мало.

* Алтайский филиал ТОО «КазНИИРХ», г. Усть-Каменогорск, ВКО.

Водность Бухтарминского водохранилища формируется за счет стока основных впадающих в него рек и выпадающих на его зеркало осадков. Объем воды, поступающий за счет осадков, невелик и составляет примерно 4...5 % от общего объема приходной части баланса. Естественный режим характеризуется низкими отметками уровня в зимний период, довольно резким подъемом в период накопления весной и после достижения максимума в апреле-мае плавным понижением. Регулируется основными положениями правил использования водных ресурсов Верхне-Иртышского каскада водохранилищ [4].

Анализ гидрологического режима Бухтарминского водохранилища проводился по материалам ВК филиала РГП «Казгидромет» за период 2008...2012 гг.

Период 2008...2009 гг. в Верхне-Иртышском бассейне характеризовался как маловодный. Достаточно неблагоприятные погодные условия, увеличение объема изъятия воды р. Черный Иртыш на территории КНР повлекли за собой падение уровня оз. Зайсан, и как следствие, всего Бухтарминского водохранилища в целом. Весной 2009 г. наблюдалась минимальная отметка уровня за последние 20 лет – 388,91 м БС. Снижение гидрологического уровня в 2009 г повлекло за собой сокращение площади всего водохранилища в 1,3 раза относительно многоводного 2002 г. (табл. 1). При этом объем воды в озерной части сократился в 2,9 раза, а речной – в 1,3 раза, что в первую очередь связано с морфологическими особенностями разных частей водохранилища. Падение уровня воды для речной части не имело таких катастрофических последствий, как для оз. Зайсан – уход береговой линии на десятки метров наблюдался в озерно-речной части, на несколько метров в горной и горно-долинной частях, а в оз. Зайсан – на сотни метров.

Таблица 1

Динамика изменения площади Бухтарминского водохранилища за ряд лет.

Год	Среднегодовой уровень водохранилища, м БС	Площадь, км ²		
		речная часть	озерная часть	общая площадь
2002	393,27	1621	3418	5039
2008	390,75	1386	2887	4273
2009	389,82	1269	2663	3932
2010	391,47	1459	3046	4505
2011	391,97	1507	3150	4657
2012	390,66	1376	2866	4242

Благодаря накоплению большого количества ледово-снежных масс в зимний период 2009...2010 г. и соблюдением мер по экономному использованию воды, произошло поднятие отметки среднегодового гидрологического уровня. В условиях многоводности в 2011 г. среднегодовое значение гидрологического уровня водохранилища составило 391,97 м БС.

В 2012 г., несмотря на то, что эксплуатация Бухтарминского водохранилища велась в соответствии с «Правилами ...» [4], раннее достижение температур распада льда в весенний период и отсутствие достаточного количества осадков в течении всего года обусловили низкий гидрологический уровень, в следствии чего среднегодовое значение гидрологического уровня Бухтарминского водохранилища составило 390,66 м БС, что сопоставимо с маловодным 2008 г.

Гидрохимические исследования воды проводились в различные периоды года с целью оценки качества среды обитания гидробионтов водохранилища и выполнялись по стандартной сетке станций в разных частях водохранилища из поверхностного горизонта в соответствии с общепринятыми методиками [1, 5, 6]. Сетка станций отбора проб составлялась с учетом площади различных частей водоема, расположения нерестилищ и мест нагула рыбного населения, а также наличия биотопического разнообразия.

В отобранных пробах исследовались газовый режим, физико-химические свойства, ионный и биогенный состав. Определение содержания растворенного в воде кислорода производилось на месте кислородомером АНИОН-7040, водородного показателя – рН-метром рН-150МИ.

Определение группы воды по жесткости осуществлялось по ГОСТ 17.1.2.04-77 [3], класса воды по минерализации и содержанию основных ионов по О.А. Алекину [2]. Содержание фосфатов и соединений азота определялось фотометрическими методами. Аммонийный азот определяли с помощью реактива Несслера, нитритный азот – с помощью реактива Грисса. Определение нитратного азота основывалось на восстановлении нитратов до нитритов смесью цинковой пыли и сульфата марганца в уксуснокислой среде с последующим использованием реактива Грисса для определения восстановленного нитратного азота. Определение фосфат-ионов проводилось с помощью молибдата аммония с калием сурьмяновиннокислым в кислой среде с последующим восстановлением фосфорномолибденового комплекса аскорбиновой кислотой.

Содержание растворенного в воде кислорода является одним из важнейших показателей состояний водных экосистем, напрямую воздей-

ствуя на направленность и интенсивность химических и биологических процессов, протекающих в водоеме. Для Бухтарминского водохранилища в целом содержание растворенного в воде кислорода в исследуемый период находилось в пределах, необходимых для нормальной жизнедеятельности гидробионтов (6,0...8,0 мг/дм³), исключение составляет лишь мало-водный 2012 г., когда содержание растворенного кислорода в летний период по всему бассейну водохранилища резко снизилось до критических отметок (4,0...4,6 мг/дм³). За рассматриваемый период максимальное содержание кислорода отмечалось в многоводные 2002 и 2011 гг. – концентрация растворенного в воде кислорода в озерной части водохранилища при этом находилась в пределах 7,1±1,6 и 7,9±0,1 мг/дм³, а в речной – 10,0±1,9 и 8,0±0,1 мг/дм³ соответственно (табл. 2).

Таблица 2

Динамика изменения основных гидрохимических показателей
Бухтарминского водохранилища за ряд лет

Год	рН	Растворенный кислород		Органическое вещество, мгО/дм ³	Минерализация воды, мг/дм ³	Общая жесткость, мг-экв/л
		мг/дм ³	%			
Озерная часть (озеро Зайсан)						
2002	7,0±0,1	7,1±1,6	78,4±16,2	5,0±0,7	171,6±14,6	1,8±0,2
2008	8,9±0,2	5,6±0,2	67,0±2,8	4,0±0,4	339,0±14,3	4,6±0,2
2009	9,7±0,1	6,0±0,2	66,6±2,6	4,4±0,4	314,7±17,3	4,3±0,3
2010	7,6±0,1	6,9±0,1	71,0±2,1	4,4±0,4	283,5±12,6	3,8±0,2
2011	7,4±0,1	7,9±0,1	67,4±1,9	4,0±0,3	251,2±11,8	2,3±0,1
2012	8,0±0,1	4,0±0,4	45,3±1,3	3,3±0,3	250,7±5,8	2,7±0,1
Речная часть						
2002	7,5±0,1	10,0±1,9	91,8±8,9	7,2±2,2	243,2±40,5	1,8±0,2
2008	9,3±0,3	6,7±0,5	66,8±3,7	7,4±1,0	413,8±35,8	5,3±0,5
2009	9,9±0,2	7,2±0,3	74,3±2,7	4,1±0,3	324,9±29,7	4,5±0,5
2010	7,6±0,1	7,4±0,1	74,3±2,0	4,1±0,1	262,7±12,5	3,6±0,2
2011	7,5±0,1	8,0±0,1	71,7±1,1	3,4±0,1	238,0±9,6	2,2±0,1
2012	8,1±0,1	4,6±0,6	49,6±6,3	3,1±0,3	204,6±9,5	2,3±0,1

Вода Бухтарминского водохранилища относится к категории маломинерализованных вод, гидрокарбонатно-кальциевому классу II типа. В последнее время наблюдается снижение значения минерализации по всем частям водохранилища, что указывает на увеличение доли стока слабо-минерализованных горных рек в формировании водности водохранилища на

фоне увеличения объема использования водных запасов реки Черный Иртыш на территории КНР.

Жесткость воды в исследуемый период подвергалась значительным изменениям. Так, можно отметить, что с уменьшением гидрологического уровня водохранилища происходит увеличение значения жесткости воды – в период 2008...2009 гг. по степени жесткости вода водохранилища классифицировалась как вода средней жесткости, при повышении гидрологического уровня в 2002 и 2011 гг. вода водохранилища относилась к классу мягких вод.

При снижении водности в 2012 г. также наблюдалось незначительное снижение степени жесткости по всей акватории водохранилища. По этому же принципу происходило изменение значений водородного показателя – при повышении гидрологического уровня водохранилища его значение уменьшалось, при снижении происходило резкое повышение значения рН, что объясняется увеличением содержания гидрокарбонатов, в частности, кальция и магния, обуславливающих повышение жесткости воды.

Изменение содержания элементов-биогенов также находится в прямой зависимости от гидрологического уровня. Так, при снижении водности в обеих частях водохранилища фиксировалось увеличение содержания соединений иона аммония за счет протекающих в водохранилище процессов эвтрофикации в условиях уменьшения водного объема (рис. 1, 2). Исключение составляет увеличение содержания аммонийного азота в озерной части водохранилища в 2011 г., что было обусловлено процессами гниения в тростниковых зарослях при повышении гидрологического уровня.

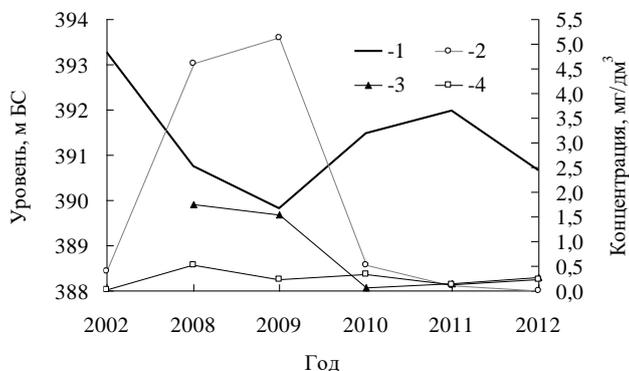


Рис. 1. Зависимость изменения содержания некоторых биогенных соединений в воде речной части Бухтарминского водохранилища от

гидрологического уровня за ряд лет: 1 – среднегодовой уровень, м БС; 2 – концентрация NH_4^+ ; 3 – концентрация NO_3^- ; 4 – концентрация PO_4^{3-} .

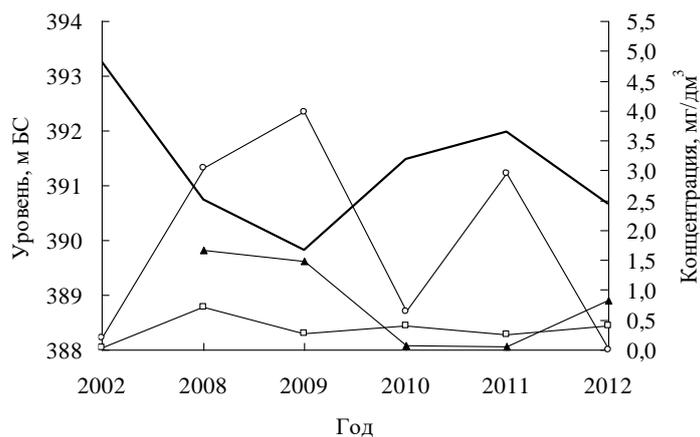


Рис. 2. Зависимость изменения содержания некоторых биогенных соединений в воде озерной части Бухтарминского водохранилища от гидрологического уровня за ряд лет. Обозначения см. рис. 1.

В природной воде ион аммония довольно неустойчив и под влиянием физико-химических и биохимических факторов переходит в другие формы соединений азота. Так, в присутствии достаточного количества кислорода при действии нитрифицирующих бактерий ион аммония последовательно окисляется в нитрит-ион, а затем и в нитрат-ион.

Увеличение содержания аммонийного азота в маловодный период 2008...2009, 2012 гг. повлекло за собой увеличение концентрации нитритов и нитратов в летний период, образующихся в процессе нитрификации (см. рис. 1, 2, 3). При увеличении водности водохранилища наблюдается снижение содержания аммонийного азота, что приводит к уменьшению содержания нитритов и нитратов.

Содержание соединений фосфора в воде водохранилища, так же, как и содержание соединений азота, является показателем качества водоема. Повышение концентрации фосфора в воде может быть связано и с накоплением продуктов разложения органических веществ, и свидетельствовать о загрязнении водоема.

В период с 2008 по 2009 гг. и в 2012 г. в условиях низкой водности водохранилища в процессе эвтрофирования происходило увеличение содержания фосфат-ионов. При том, что пробы воды отбирались и анализировались в весенне-летний и осенне-летний период, когда концентрация со-

единений фосфора является минимальной, то следует предположить, что в зимнее время содержание фосфат-иона должно быть значительно выше.

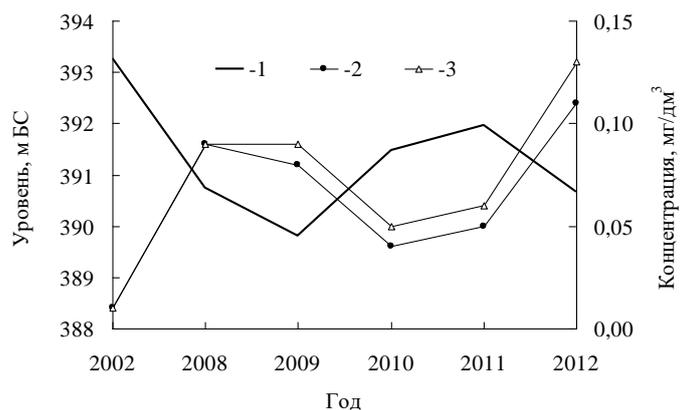


Рис. 3. Зависимость изменения содержания нитритного азота в разных частях Бухтарминского водохранилища от гидрологического уровня за ряд лет. 1 – гидрологический уровень, 2 – речная часть, 3 – озерная часть.

Увеличение водности в благоприятные 2002 и 2011 гг. привели к снижению содержания фосфатов в воде Бухтарминского водохранилища (рис. 1, 2).

Таким образом, на основе анализа полученных данных, можно сделать вывод, что между гидрологическим и гидрохимическим режимами водохранилища существует прямая взаимосвязь. Так, при увеличении водности заметно улучшается газовый режим, снижается значение активной реакции среды и жесткости воды, происходит резкое снижение содержания биогенных элементов. При снижении гидрологического уровня усиливаются процессы эвтрофирования водохранилища, что приводит к ухудшению гидрохимического режима, что негативно сказывается на процессах жизнедеятельности гидробионтов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алёкин О.А. Методы исследования физических свойств и химического состава воды // Жизнь пресных вод СССР – М.-Л.: АН СССР, 1959. – Т. IV. – Ч. 2. – 302 с.
2. Алёкин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 444 с.
3. ГОСТ 17.1.2.04 – 77 Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов. – М.: Издательство стандартов, 1977. – 18 с.

4. Правила использования водных ресурсов Верхне-Иртышского каскада водохранилищ: Утв. Пред. Ком. по вод. рес. Мин. ПриООС РК. – Алматы, 2002. – 60 с.
5. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А.Д. Семенова. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 542 с.
6. Унифицированные методы анализа вод / Под ред. Ю.Ю. Лурье. – М.: Химия, 1973. – 376 с.

Поступила 28.02.2013

О.В. Савинкова

**БҰҚТАРМА СУ ҚОЙМАСЫНЫҢ ГИДРОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ
ГИДРОХИМИЯЛЫҚ ТӘРТІБІНІҢ АРАСЫНДАҒЫ ӨЗАРА
БАЙЛАНЫСТАРЫ**

2008...2012 жж. аралығында Бұқтарма су қоймасының гидрологиялық тәртібіне сараптама жүргізілді. Су қойманың гидрохимиялық және гидрологиялық тәртібінің арасында тікелей байланыс орнады.