

УДК 551.482.4+628.394

Н.А. Тирская *

Е.В. Куликова *

**ОСОБЕННОСТИ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА
ШУЛЬБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА***ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ, ОСОБЕННОСТИ, ШУЛЬБИНСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ*

В статье приведены результаты исследований гидрохимического режима Шульбинского водохранилища. Выявлены пространственно-временные изменения различных показателей воды за период с 2005 по 2010 годы. Сделан вывод о приемлемости условий обитания обследованного водоема для жизнедеятельности рыб.

Описание района и методика исследования. Шульбинское водохранилище создано в 1989 году, является третьим, последним в Верхне-Иртышском каскаде водохранилищ. Протяженность водохранилища, при горизонте отметки уровня 240 м БС, составляет 72 км, площадь 255 км², объем – 2,39 км³, средняя глубина 9 м, максимальная по ложу Иртыша около 30 м. Ложе водохранилища занимает обширную долину Иртыша, средней шириной 3,5 км. Кроме этого, залиты поймы рек Кызыл-Су, Уба и других более мелких рек. В устьях и приустьевых пространствах рек присутствует высшая водная растительность.

По морфологическим и гидрологическим особенностям, которые определяют характер развития биопродуктивности водоема, условно его делят на 3 части: верхнюю, среднюю, нижнюю.

Верхняя часть мелководна, и по своим параметрам самая нестабильная, в мае ее площадь ежегодно сокращается до бытовых весенне-паводковых условий Иртыша. Практически полностью на месяц эта часть выходит из состава водоема и делится как бы на два района: зону выклинивания и граничащую с ней зону полуозерного типа. Средняя часть водохранилища – самая обширная, протяженностью 25 км, площадью около 150 км², отличается умеренными глубинами (10...20 м) и довольно хорошо развитой литоральной зоной. Нижняя часть расположена в сужении

* Алтайский филиал КазНИИ рыбного хозяйства, г. Усть-Каменогорск

предгорной долины, ее протяженность составляет около 25 км. Эта часть тоже делится на зоны – приплотинную и собственно нижнюю. Глубины в приплотинной зоне составляют от 20 до 30 м, в нижней – 10...15 м.

Для изучения гидрохимического режима водохранилища были выбраны девять станций, равномерно распределенных по побережьям и частям водоема. Здесь же находятся и рыбопромысловые участки. Часть станций расположена вблизи основных впадающих притоков (реки Уба, Осиха, Шульба, Кызыл-Су).

Пробы воды отбирались в открытой части акватории из поверхностного слоя воды весной, у поверхности и из придонного слоя летом. Исследования проводились по общепринятым методикам [1, 2, 3, 4] с 2005 по 2010 гг. и включали определение газового режима, физико-химических параметров, ионного и биогенного составов, а также содержания органических веществ, тяжелых металлов (меди, цинка) и нефтепродуктов.

Результаты и их обсуждение. Проведенные исследования показали, что в результате длительной эксплуатации Шульбинского водохранилища химический состав его поверхностных вод окончательно сформирован и достаточно стабилен. К основным факторам, определяющим изменение химического состава вод водохранилища, можно отнести питающие его притоки Иртыша – реки Красноярка и Глубочанка, после прохождения которых вода поступает в водоем, а также изменение уровня воды в водоеме и хозяйственно-бытовая деятельность близлежащих поселков.

Физико-химические свойства и газовый режим. Вода Шульбинского водохранилища в изучаемый период исследований имела различный характер среды – от нейтральной до щелочной. В годы повышенной водности (2005...2006 и 2010 гг.) реакция среды была нейтральной. В годы меньшей водности (2007...2009 гг.) активная реакция воды повышалась, достигая отметки 9,4...9,7, причем в нижней части водоема средние значения водородного показателя были чуть выше, чем в верхней и средней.

Цветность воды изменялась по сезонам года. Весной, во время поступления паводковых вод притоков, интервал колебаний был довольно широк: 16,6...64,3 °, летом он значительно уже – 0,1...17,2 ° платиново-кобальтовой шкалы. Среднегодовое значение цветности из года в год возрастает.

Кислородный режим Шульбинского водохранилища был благоприятен для жизнедеятельности гидробионтов. Наиболее высокая степень насыщения воды кислородом отмечалась в 2005 г. во всех зонах водоема

(табл. 1). Наименьшее насыщение фиксировалось в маловодные годы (2008...2009 гг.) преимущественно в нижней части. Начиная с 2005 г. наблюдалась тенденция снижения процентного содержания кислорода, которая сохранялась на протяжении пяти лет, что связано с уменьшением количества растворенного кислорода в летнее время. Причем для верхней и средней части было характерно плавное снижение этого показателя. В нижней части прослеживалась иная картина – то резкий рост, то спад.

Повышение водности в водоеме способствовало увеличению уровня кислорода в 2010 г., а, следовательно, улучшению кислородного режима, по сравнению с 2009 г.

Таблица 1
Химический состав воды Шульбинского водохранилища

| Год | рН | Органическое вещество, мгО/дм ³ | Кислород, % | Биогенные соединения, мг/дм ³ | |
|------------------------------|---------|--|----------------|---|------------------------------|
| | | | | NH ₄ ⁺ | NO ₂ ⁻ |
| Верхняя часть водоема | | | | | |
| 2010 | 7,7 | 4,9 | 78,7 | 1,70 | 0,06 |
| 2009 | 9,2 | 2,7 | 74,4 | 6,01 | 0,09 |
| 2008 | 9,3 | 2,9 | 73,2 | 1,59 | 0,08 |
| 2007 | 9,2 | 2,8 | 75,8 | 1,59 | 0,06 |
| 2006 | 7,1 | 2,8 | 81,1 | 1,94 | 0,02 |
| 2005 | 7,3 | 1,8 | 98,3 | 0,54 | 0,03 |
| Средняя часть водоема | | | | | |
| 2010 | 7,6 | 4,6 | 73,1 | 1,44 | 0,04 |
| 2009 | 9,8 | 2,4 | 71,4 | 5,71 | 0,09 |
| 2008 | 9,6 | 3,1 | 74,4 | 1,52 | 0,07 |
| 2007 | 10,0 | 3,2 | 76,7 | 0,71 | 0,05 |
| 2006 | 7,4 | 2,4 | 82,2 | 1,42 | 0,02 |
| 2005 | 7,3 | 1,9 | 91,6 | 0,58 | 0,02 |
| Нижняя часть водоема | | | | | |
| 2010 | 7,6 | 3,5 | 70,8 | 2,31 | 0,04 |
| 2009 | 10,0 | 1,7 | 66,4 | 7,48 | 0,08 |
| 2008 | 9,5 | 3,0 | 71,7 | 0,72 | 0,06 |
| 2007 | 10,2 | 3,2 | 85,2 | 0,28 | 0,04 |
| 2006 | 7,4 | 1,7 | 78,5 | 2,82 | 0,03 |
| 2005 | 7,3 | 1,5 | 101,0 | 0,58 | 0,02 |
| Водоем в целом | | | | | |
| 2010 | 7,6±0,0 | 4,4±0,3 | 73,6±0,8 | 1,71±0,1 | 0,04±0,0 |
| 2009 | 9,7±0,2 | 2,3±0,2 | 71,0±2,0 | 6,19±0,9 | 0,09±0,0 |
| 2008 | 9,4±0,1 | 3,1±0,2 | 73,6±1,9 | 1,38±0,1 | 0,07±0,0 |
| 2007 | 9,6±0,3 | 3,1±0,1 | 78,5±1,2 | 0,82±0,2 | 0,05±0,0 |
| 2006 | 7,3±0,1 | 2,4±0,1 | 81,1±1,9 | 1,86±0,3 | 0,02±0,0 |
| 2005 | 7,3±0,0 | 1,8±0,2 | 94,9±4,4 | 0,57±0,0 | 0,02±0,0 |

Продолжение табл. 1

| Год | Минерализация воды, мг/дм ³ | Биогенные соединения, мг/дм ³ | |
|------------------------------|---|---|-------------------------------|
| | | NO ₃ ⁻ | PO ₄ ³⁻ |
| Верхняя часть водоема | | | |
| 2010 | 226,7 | 0,16 | 0,30 |
| 2009 | 243,5 | 2,41 | 0,57 |
| 2008 | 282,6 | 1,91 | 0,21 |
| 2007 | 249,9 | 1,48 | 0,29 |
| 2006 | 209,3 | 1,28 | 0,18 |
| 2005 | 171,4 | 0,16 | 0,04 |
| Средняя часть водоема | | | |
| 2010 | 263,3 | 0,04 | 0,27 |
| 2009 | 231,3 | 2,34 | 0,65 |
| 2008 | 305,7 | 1,56 | 0,22 |
| 2007 | 238,9 | 1,20 | 0,25 |
| 2006 | 224,1 | 1,10 | 0,14 |
| 2005 | 194,4 | 0,14 | 0,05 |
| Нижняя часть водоема | | | |
| 2010 | 240,1 | 0,00 | 0,16 |
| 2009 | 227,3 | 1,78 | 0,55 |
| 2008 | 267,5 | 1,35 | 0,05 |
| 2007 | 234,7 | 1,23 | 0,16 |
| 2006 | 227,6 | 0,60 | 0,16 |
| 2005 | 172,4 | 0,08 | 0,01 |
| Водоем в целом | | | |
| 2010 | 248,8±2,7 | 0,05±0,0 | 0,25±0,0 |
| 2009 | 233,2±4,9 | 2,23±0,3 | 0,61±0,0 |
| 2008 | 288,1±19,4 | 1,60±0,1 | 0,18±0,0 |
| 2007 | 240,6±3,1 | 1,28±0,1 | 0,24±0,0 |
| 2006 | 221,0±7,8 | 1,03±0,2 | 0,16±0,0 |
| 2005 | 185,0±9,5 | 0,13±0,0 | 0,04±0,0 |

Содержание органического вещества (по перманганатной окисляемости) по классификации Смирнова-Тарасова, было на уровне, характерном для нашей физико-географической зоны. В 2010 г., по сравнению с предыдущими годами, наблюдалось увеличение его количества в 1,4...2,4 раза. Причем рост среднего значения окисляемости отмечен во всех частях водоема. В 2005...2009 гг. пределы колебаний были незначительными (1,8...3,1 мг/дм³). В целом, за исследуемый период окисляемость Шульбинского водохранилища небольшая, среднегодовые значения сопоставимы друг с другом, что свидетельствует об отсутствии антропогенного загрязнения органическими веществами в последние годы.

Макрокомпонентный состав. В соответствии с классификацией вод по жесткости, вода Шульбинского водохранилища на всех станциях наблюдений была от мягкой до умеренно-жесткой. Вода водохранилища маломинерализованная, принадлежит в большинстве случаев к гидрокарбонатному классу с резко выраженным преобладанием ионов кальция над магнием и натрием. В 2008...2009 гг., в целом по водоему, а также в 2007, 2010 гг. на некоторых станциях в верхней и средней частях присутствовал сульфатный класс. Тенденция роста суммы ионов прослеживалась до 2008 г., за счет возрастания доли почти всех ионов, кроме хлоридов и суммы ионов натрия и калия. В 2009 г. общая минерализация немного снизилась, а в 2010 г. вновь повысилась. Средние значения показателя во всех зонах изучаемого водоема практически одинаковы.

Биогенные элементы. По данным шестилетних наблюдений установлено, что из всех элементов группы азота лидирующее положение по концентрации занимают ионы аммония. Отмечены превышения ПДК_{рх} во всех зонах изучаемого водоема (1,1...15,0 раз), более ощутимые в летний период. Наиболее высокое превышение солевого аммония зафиксировано в 2009 г., низкое – в 2005 г. В 2010 г. в связи с увеличением уровня воды его содержание заметно снизилось, что соответственно сказалось на благоприятности условий обитания ихтиофауны. Однако, поскольку содержание аммиака во все годы, за некоторым исключением, было гораздо ниже ПДК, то и превышение по аммонийному азоту не имело негативного воздействия на рыбное население. В 2008...2009 гг. было зафиксировано значительное нарушение границ по аммиаку (2,0...222,0 ПДК_{рх}) в изучаемые сезоны года, что могло оказать пагубное влияние на гидробионтов. В среднегодовом аспекте, содержание аммонийного азота из года в год оставалась высоким, причем концентрация его изменялась скачкообразно, т.е. наблюдалось то увеличение, то уменьшение.

Нитриты, как промежуточная форма окисления азота, содержатся в водоеме в небольшом количестве, что объясняется большой скоростью нитрификационных процессов при значительном содержании растворенного в воде кислорода. Концентрация нитритов на большинстве станций не превышала ПДК_{рх}. Исключение составляли весенние отборы проб, где в верхней и средней частях 2008...2010 гг. отмечались единичные случаи незначительного их превышения (1,0...1,1 ПДК). Поскольку нитраты являются конечным продуктом окисления аммония, пространственно-временная динамика нитратов отличалась от таковой ионов аммония. Для

нитратов до 2009 г. была характерна тенденция роста их концентрации, в то время как в 2010 г. наблюдался резкий спад. Подобная закономерность отмечалась и по различным зонам водохранилища. Аналогичная картина изменений прослеживалась и в отношении содержания нитритов.

Диапазон содержания фосфатов во все годы исследований составил 0,01...0,65 мг/дм³. Максимум фосфатов был отмечен в маловодном 2009 г. в наиболее продуктивной средней части. В 2005 г. концентрация колебалась до 0,05 мг/дм³. В среднегодовом аспекте количество фосфатов находилось практически на одном и том же уровне, незначительно меняясь по годам.

Тяжелые металлы и нефтепродукты. По результатам токсикологических исследований (табл. 2) выявлено, что из всех токсикантов концентрация цинка не превышала границы рыбохозяйственных ПДК. По меди в 2006...2009 гг. преимущественно в средней части фиксировались превышения, связано это с тем, что в Шульбинское водохранилище вода поступает после прохождения участка р. Иртыш, принимающей воду самых загрязненных притоков – рек Красноярки и Глубочанки. На остальной акватории водоема содержание меди было приемлемым.

Таблица 2

Содержание загрязнителей в воде Шульбинского водохранилища

| Часть водоема | Вещество | | | | |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| | Год | | | | |
| | 2005 | 2006 | 2007 | 2009 | 2010 |
| Медь, мкг/дм³ | | | | | |
| Верхняя | 0,04 | 0,56 | 2,14 | 0,54 | 0,83 |
| Средняя | 0,12 | 1,58 | 1,38 | 2,10 | 0,76 |
| Нижняя | 0,15 | 0,28 | 1,52 | 0,72 | 0,33 |
| В целом | 0,09±0,0 | 0,91±0,5 | 1,68±0,6 | 1,12±0,5 | 0,64±0,1 |
| Цинк, мкг/дм³ | | | | | |
| Верхняя | 2,14 | 7,27 | 5,67 | 3,17 | 0,07 |
| Средняя | 3,31 | 7,97 | 5,43 | 3,73 | 0,19 |
| Нижняя | 3,43 | 7,81 | 5,68 | 3,52 | 0,10 |
| В целом | 2,92±0,3 | 7,66±0,2 | 5,59±0,1 | 3,47±0,1 | 0,12±0,0 |
| Нефтепродукты, мг/дм³ | | | | | |
| Верхняя | | | 0,00 | 0,70 | 0,00 |
| Средняя | | | 0,40 | 0,00 | 0,00 |
| Нижняя | | | 0,00 | 0,04 | 0,00 |
| В целом | | | 0,13±0,1 | 0,25±0,2 | 0,00±0,0 |

По данным табл. 2, прослеживаются некоторые закономерности в отношении содержания меди и цинка. Так, если в 2005...2007 гг. средняя концентрация меди увеличивалась, то в 2009...2010 гг. наблюдалось ее уменьшение. Аналогичная картина проявлялась и по частям водохранилища. Содержание цинка также было изменчиво по годам. Рост его концентрации отмечался в первые два года исследований, потом происходил спад. В изучаемый период наиболее высокое его количество отмечались в нижней или средней частях. В отношении содержания нефтепродуктов также выявлена некоторая особенность – нижняя часть, в отличие от двух других частей, из года в год характеризовалась приемлемым содержанием нефтепродуктов, что благоприятствовало жизнедеятельности гидрофауны. В верхней и средней частях отмечались случаи превышения ПДК.

Выводы. По результатам гидрохимических и токсикологических исследований 2005...2010 гг. выявлено следующее:

1. Поверхностные воды Шульбинского водохранилища по своему химическому составу относятся к классу маломинерализованных, мягких или умеренно-жестких вод, преимущественно кальциево-гидрокарбонатного типа.

2. Кислородный режим водохранилища в целом благоприятен для обитания гидрофауны и характеризуется хорошим уровнем содержания растворенного кислорода.

3. Содержание практически всех биогенных элементов в исследуемом водоеме невелико, превалирование количества ионов аммония над другими формами азота вызывается интенсивными процессами нитрификации.

4. Поверхностные воды Шульбинского водохранилища относятся к водам малой окисляемости ($PO < 5$), содержат незначительные количества трудноокисляемого органического вещества, которое преобладает над легкоокисляемой органикой.

5. Из всех токсикантов содержание цинка было приемлемым для жизнедеятельности гидробионтов. По меди в средней части отмечались случаи превышения ПДК. По нефтепродуктам верхняя и средняя части характеризовались высокими значениями концентраций.

6. В целом, можно сказать, что вода Шульбинского водохранилища является приемлемой средой обитания для гидробионтов по большинству показателей. Превышения рыбохозяйственных ПДК по некоторым ингредиентам (аммонийному азоту, тяжелым металлам и нефтепродуктам) создают не совсем благоприятное воздействие на водные организмы.

7. В настоящее время химический состав воды стабилизировался, за счет поступления в водоем большого количества талых и паводковых вод. В действие пришел механизм разбавления, что способствовало уменьшению значения водородного показателя в сторону нейтрального характера среды, улучшению кислородного режима, а также снижению количества токсикантов. Маловодные периоды, соответственно, неблагоприятно сказывались на химическом составе воды – активная реакция воды повышалась, смещаясь в щелочную зону. Нижняя часть характеризовалась наименьшей степенью насыщения воды кислородом. По аммиаку отмечалось значительное превышение ПДК_{рх} и весной, и летом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алёкин О.А. Методы исследования физических свойств и химического состава воды // Жизнь пресных вод СССР / Е.Н. Павловский, В.И. Жадин. – М.-Л.: 1959. – Т. IV. ч. 2. – 302 с.
2. ПНД Ф14.1:2:4.168-2000 Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах питьевых, природных и очищенных сточных вод методом ИК-спектрофотометрии: Утв. А.А. Соловьяновым 11.03.2000. – М.: 2000. – 18 с.
3. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / А.Д. Семенов. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 542 с.
4. Унифицированные методы анализа вод / Ю.Ю. Лурье. – М.: Химия, 1973. – 376 с.

Поступила 19.03.2013

Н.А. Тирская
Е.В. Куликова

ШҮЛБІ СУ ҚОЙМАСЫНЫҢ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ ТӘРТІБІНІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Мақалада Шүлбі су қоймасының гидрохимиялық тәртібін зерттеу нәтижелері көрсетілді. 2005...2010 жылдар аралығындағы су көрсеткіштерінің әр-түрлі өзгеру ерекшеліктері кеңістік-уақытымен анықталады. Зерттелген су айдын балықтарның мекен ортасының тіршілік әрекетіне жарамдылығы туралы қорытынды келтірілді.