

УДК 556.5(282.256.162.26)«1991/.2007»

### КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД РЕКИ БУХТАРМА В 1991...2007 ГОДЫ

Л.Б. Кушникова

*В статье дается оценка изменения качества поверхностных вод в 1991...2007 годы по гидробиологическим показателям.*

Река Бухтарма – крупный правобережный приток р. Иртыш юго-западной (Казахстанской) части Алтая. Она берет начало у ледников на высоте свыше 3000 м, ее длина составляет 336 км, площадь водосбора – 12660 км<sup>2</sup>. Глубина реки в черте поселка Лесная Пристань изменяется в пределах 1,5...3,0 м, скорость течения в летне-осеннюю межень до 1,0 м/с, в паводок до 3,5 м/с [4].

Р. Бухтарма является типичным горным водоемом с большими скоростями течения, высокой степенью аэрации. Донный субстрат представляет собой смесь камней, гальки и песка. Степень заселения берегов реки от истоков до устья не велика. Наиболее крупным предприятием, оказывающим антропогенную нагрузку на данный водоток, является Зырянский горно-обогатительный комбинат (ЗГОК).

Как известно, горно-обогатительное производство относится к наиболее отходаобразующим видам деятельности. К северу, на границе г. Зыряновска расположено старое хвостохранилище, закрытое в 1968 году и принадлежащее государству, в 4,5 км к северо-востоку – действующее хвостохранилище обогатительной фабрики Зырянского ГОКа АО «Казцинк».

Строительство хвостохранилищ и организация отвалов горных пород осуществлялось в период, когда учитывалось не влияние подобных объектов на окружающую среду, а экономия на транспортировке отходов. В частности, отвалы горных пород бывшего Зырянского рудника расположены в долине р. Березовки и захватывают водоохранную зону этой реки, что не соответствует современным требованиям к строительству экологически опасных объектов. Р. Березовка впадает в р. Бухтарму по левому берегу в черте села Малеевка [5].

Рудник Малевский расположен на правобережье р. Бухтармы. Производственные сточные воды, образующиеся в результате технологических операций (бурение шпуров, скважин, орошение горной массы, гор-

ных выработок и др.) и грунтовая вода, выделяющаяся при обнажении горных пород, транспортируются по трубопроводам через ствол шахты «Малеевская» на очистные сооружения шахтных вод рудника. Туда же поступают хозяйственно бытовые сточные воды. Смесь шахтных и хозяйственных сточных вод Малеевского рудника, прошедших очистные сооружения, сбрасывается самотеком по подземному коллектору до точки выпуска вод в р. Бухтарму. Выпуск сточных вод производится рассредоточено с правого берега реки.

Для отбора проб были выбраны две точки (створа), одна расположена выше сбросов сточных вод ЗГОК (в черте пос. Лесная Пристань), вторая – ниже впадения р. Березовки, куда непосредственно поступают сточные воды. Обе точки имеют практически одинаковые гидрологические характеристики, поэтому степень развития биоценозов определяется в основном антропогенной нагрузкой. Отбор гидробиологических проб проводили в период открытой воды с 1991 по 2007 годы. В каждой точке исследования было отобрано по 105 проб.

Отбор и обработка гидробиологических проб осуществлялась по методике, изложенной в «Руководстве по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем ... 1992 г.» [6].

По данным гидрохимического анализа качество воды в обоих точках исследования соответствует III классу – умеренно загрязненная. В фоновом створе «0,3 км выше пос. Лесная Пристань» среднегодовые концентрации составили: меди 2,4 ПДК, цинка 0,53 ПДК, нефтепродуктов 2,3 ПДК, ХПК 16,5 мгО/л, азота нитритного 0,36 ПДК. Максимальные концентрации составили: меди 4,0 ПДК, цинка 2,0 ПДК, нефтепродуктов 3,6 ПДК, ХПК 44,0 мгО/дм<sup>3</sup>, азота нитритного 0,40 ПДК. Кислородный режим и БПК<sub>5</sub> в норме. Минерализация изменялась в пределах 55,0...187 мг/дм<sup>3</sup>. Среднее значение ИЗВ равно 1,09 [1].

В замыкающем створе р. Бухтармы «5,9 км ниже впадения р. Березовка» среднегодовые концентрации составили: меди 5,0 ПДК, цинка 0,8 ПДК, нефтепродуктов 2,65 ПДК, ХПК 14,8 мгО/дм<sup>3</sup>, азота нитритного 0,35 ПДК. Кислородный режим и БПК<sub>5</sub> в норме. Максимальные концентрации составили: меди 9,0 ПДК, цинка 1,20 ПДК, ХПК 22,0 мгО/дм<sup>3</sup>, азота нитритного 0,35 ПДК. Минерализация изменялась в пределах: 113...187 мг/дм<sup>3</sup>. Среднее значение ИЗВ равно 1,57 [2].

В составе макрозообентоса р. Бухтармы за весь период исследования (1992...2007 гг.) определено 94 таксона беспозвоночных, принадле-

жащих к 6 классам. Основу таксономического разнообразия составляет класс насекомых (89), в том числе: отряд *Plecoptera* – 7 семейств (21 вид), отряд *Ephemeroptera* – 8 семейств (30 видов), отряд *Trichoptera* 11 семейств (18 видов), отряд *Diptera* – 11 семейств (13 таксонов), отряд *Coleoptera* – 2 семейства (4 вида), отряд *Heteroptera* – 2 семейства (3 вида). Оставшиеся 5,3 % от общего числа таксонов приходятся на долю следующих: отряд *Gastropoda* – 1 семейство *Lymnaeidae* (2 вида), отряд *Amphipoda* – 1 семейство *Gammaridae* (1 вид), класс *Hirudinea* – 1 семейство *Hirudinidae* (1 вид), класс *Oligochaeta*.

В состав доминантной группы входят: личинки поденок *Heptagenia sulfurea* (80,9 %), *Epeorus pellucidus* (69,0 %), *Ephemerella ignita* (64,3 %), *Siphonurus lacustris* (52,4), *Hydropsyche nevae* (73,8), подсемейство *Chironominae* (73,8 %), подсемейство *Orthocladiinae* (89,1 %). Субдоминантная группа состоит из 11 таксонов и составляет 11,7 % от общего количества. Второстепенными таксонами для р. Бухтармы являются: личинки веснянок *Pteronarcus reticulate* (38,1 %), *Fmphinemura borealis* (33,3 %), *Skwala pusilla* (42,8 %), *Diura bicaudata* (45,2 %), личинки поденок *Baetis rhodani* (50,0 %), *Choroerpes altiocolus* (25,0 %), личинки ручейников *Mystrophora altaica* (25,0 %), *Limnophilus centralis* (25,0 %), *Apatania zonella* (25,0 %), моллюски вида *Lymnae glutinosa* (38,1 %), клопы *Corixa linnaei* (29,8 %). Остальные 80,9 % таксонов относятся к случайным.

По литературным данным были определены ареалы распространения макробеспозвоночных в соответствии со схемой флоро-фаунистического районирования. В группу космополиты внесены все таксоны, ареал распространения которых выходит за рамки Голарктической области. Так как, район исследования находится в центрально-азиатской части палеарктической области, в непосредственной близости с ангарской и европейской частями, считаем необходимым в дополнение к этой классификации выделить категорию А-ЦА-Е (Ангарская – Центрально-Азиатская – Европейская). Кроме того, учитывая тип распространения некоторых видов возможно выделение группы животных, которые впервые указаны для района исследования. В литературе распространение этих видов ограничивается Ангарской частью [3]. Мы предлагаем их обозначить А-ЦА (Ангарско – Центрально-Азиатское). Таксоны, ареалы которых в использованной литературе не указаны, при анализе не учитывались. Биогеографический спектр макрозообентоса исследуемых водотоков отражен в табл. 1.

Таблица 1

Биогеографический спектр донной фауны р. Бухтармы, %

Космополиты	Голарктические	Палеарктические	А-Е-ЦА	А-ЦА
5,3	24,5	27,7	24,5	10,6

Таксономический состав подвержен сезонной динамике. Максимальное таксономическое богатство наблюдается в летнее время – 72 таксона. Весной зафиксировано 64 таксона и осенью 49. От весны к осени изменяется состав преобладающих групп (рис. 1). Весной ведущее место занимают личинки веснянок и поденок, летом и осенью личинки поденок и ручейников. Количество других групп животных в течение всего периода открытой воды держится на одном уровне 10...15 таксонов.

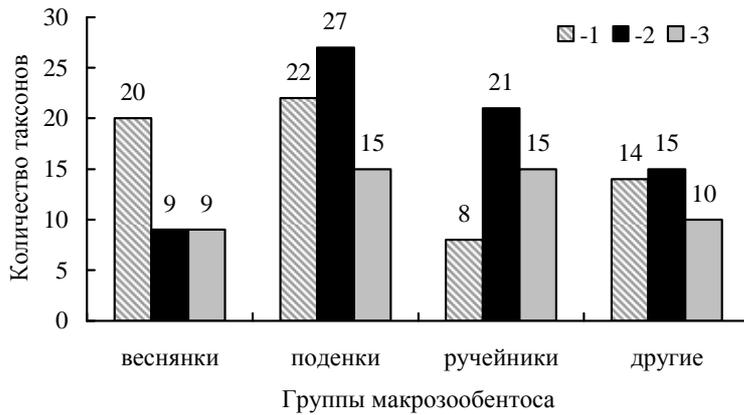


Рис. 1. Сезонная динамика таксономического богатства основных групп макрозообентоса р. Бухтармы в 1991...2007 гг. 1 – весна, 2 – лето, 3 – осень.

Из 94 таксонов 29 встречаются в течение всего периода открытой воды. Только весной 19 таксонов и в основном – это личинки веснянок. Девять видов макробеспозвоночных попадали в пробы только летом. Это представители отряда поденки, ручейники, моллюски. Три вида личинок ручейников и один вид личинок жуков встречаются только в осенний период. Поэтому при оценке качества вод необходимо учитывать особенности биологических циклов развития водных беспозвоночных, так как факт снижения таксономического разнообразия представителей отряда веснянки в летне-осеннее время не всегда свидетельствует об ухудшении качества воды.

Наши исследования проводили на участке реки, расположенной в зоне влияния сбросов сточных вод Зыряновского горно-обогатительного комбината (ЗГОК). Первая точка находилась выше сбросов, а вторая в 0,3 км ниже впадения р. Березовки, куда впадают сточные воды комбина-

та. За весь период исследования на створе, расположенном выше сбросов сточных вод ЗГОК в составе донных сообществ макрозообентоса зафиксировано 73 таксона беспозвоночных. Основу биоценозов составляют оксиреофильные животные, индикаторы чистых вод – это личинки веснянок, поденок, ручейников, а также представители подсемейства *Orthocladinae*. Из 94 таксонов макробеспозвоночных зафиксированных в р. Бухтарма 20 встречаются только на данном створе. В их составе 4 вида личинок веснянок, 11 поденок, 1 вид моллюсков и 3 вида жуков, т.е. это индикаторы чистых вод и виды, толерантные к умеренному загрязнению.

Ниже впадения р. Березовки значительного снижения таксономического разнообразия макрозообентоса не наблюдается. Здесь за весь период исследования определен 71 таксон. Однако существенно изменяется его состав. На втором створе зафиксировано 18 таксонов, не встречающихся на первом. Среди них доминируют таксоны, хорошо переносящие загрязнение – это личинки двукрылых, пиявки, клопы. Оксиреофильная фауна представлена только 4 видами – *Levanidovia mirabilis*, *Cinygma lyriforme*, *Brachycentrus subnubilus*, *Molannodes tincta*. Такое изменение структуры донных сообществ макробеспозвоночных свидетельствует об изменении абиотических факторов, самым важным из которых при сходной гидрологии является гидрохимический режим. Кроме того, значительная разница фиксируется в показаниях численности и биомассы макробеспозвоночных (табл. 2). В створе, расположенном выше сбросов, количественные характеристики макрозообентоса выше в несколько раз, чем в створе ниже сбросов сточных вод. По мнению В.Ф. Шуйского и др. подобные изменения структуры биоценоза, т.е. значительное снижение численности и биомассы свидетельствуют о наличии антропогенной нагрузки и ее отрицательном влиянии на биоту водотока [7].

Таблица 2

Значения численности и биомассы макрозообентоса на участках исследования р. Бухтармы в разные годы

Показатель	Точка отбора	
	выше сбросов	ниже сбросов
	<b>2000 год</b>	
Численность, экз./м <sup>2</sup>	<u>36,4±16,5</u>	<u>5,5±4,4</u>
	12,3...56,8	1,2...10,3
Биомасса, г/м <sup>2</sup>	<u>1,693±0,734</u>	<u>0,085±0,729</u>
	1,123...4,283	0,032...1,765

Показатель	Точка отбора	
	выше сбросов	ниже сбросов
<b>2003 год</b>		
Численность, экз./м <sup>2</sup>	<u>21,2±10,3</u>	<u>5,7±5,9</u>
	11,2...31,4	8,3...26,2
Биомасса, г/м <sup>2</sup>	<u>0,786±0,844</u>	<u>0,131±0,316</u>
	0,285...2,893	0,092...0,821
<b>2006 год</b>		
Численность, экз./м <sup>2</sup>	<u>32,0±41,8</u>	<u>10,8±7,9</u>
	14,3...120,0	9,9...19,9
Биомасса, г/м <sup>2</sup>	<u>0,998±1,232</u>	<u>0,155±0,206</u>
	0,329...3,382	0,044...0,563
<b>2007 год</b>		
Численность, экз./м <sup>2</sup>	<u>25,2,0±18,9</u>	<u>13,8±4,3</u>
	11,5...88,3	5,9...29,9
Биомасса, г/м <sup>2</sup>	<u>0,864±1,865</u>	<u>0,121±0,453</u>
	0,211...2,344	0,099...0,786

Анализ значений численности и биомассы на участках исследования р. Бухтармы в 2006 году показал, что в воде доминируют личинки поденок, а основу биомассы составляют более крупные, но малочисленные личинки веснянок. В результате проведенного исследования в развитии водной биоты было выделено несколько периодов.

Рассмотрим более подробно динамику пространственно-временной структуры сообществ макрозообентоса в период с 1991 по 2007 годы.

В 1991...1993 годах наблюдалась значительная разница в степени развития донных сообществ животных на двух точках наблюдения. На участке реки, не подверженном антропогенной нагрузке, в пробах зафиксировано от 38 до 40 таксонов макробеспозвоночных. На долю оксиреофильных видов приходится 80...95 %. Значения биотических индексов варьировали в рамках II класса качества вод – чистые. Ниже впадения р. Березовка наблюдалась смена таксономического состава. В пробах появляются виды, хорошо переносящие загрязнение – это личинки двукрылых и хирономиды. Снизилось таксономическое разнообразие на 20...40 %. Понизились средневегетационные значения биотических индексов до 6, что соответствует зоне умеренного загрязнения.

Затем в развитии сообществ донных животных наступает период экологического прогресса, который длится в течение четырех лет с 1994

по 1997 годы. Для стадии экологического прогресса характерно увеличение таксономического разнообразия, смена доминантных видов, увеличение значения биотического индекса. Наблюдается выравнивание качественных и количественных характеристик зообентоса в обоих исследуемых точках водотока, т.е. состояние гидробиоценозов на втором створе приобретает сходные показатели с первым. Так, увеличилось количество видов до 53...68. В составе зообентоса появились моллюски, олигохеты, клещи. Несмотря на то, что это индикаторы умеренного и сильного загрязнения, они придают стабильность и устойчивость экосистеме. Значения биотических индексов изменялись от 7 до 9, что соответствует II классу качества вод – чистые на всем контролируемом участке. Такие изменения непосредственно связаны с уменьшением антропогенной нагрузки, так как в этот период ЗГОК работал не на полную мощность. Снижение антропогенной нагрузки нашло свое отражение и в улучшении гидрохимических показаний. Значения индексов загрязнения понизились в 3...4 раза.

В 2000...2001 годах восстанавливается работа предприятий горнодобывающей промышленности. В районе наших исследований (между точками отбора проб) начинает функционировать новый рудник Малеевский. Увеличение антропогенной нагрузки отражается на состоянии водных сообществ животных, обитающих ниже сбросов сточных вод промпредприятий. Снижается почти в 3 раза таксономическое разнообразие. В пробах присутствуют только виды, хорошо переносящие загрязнение – личинки хирономид и олигохеты. Значения биотического индекса падают до 3...2, вода грязная и относится к V классу качества.

С 2002 года наступил период «экологической модуляции», и продолжался он до 2007 года. Это такая перестройка биоценоза, которая не изменяет общего уровня организации биоценоза. По мнению Абакумова она выражается в смене доминантных видов, в изменении руководящих комплексов [1]. В этот период таксономическое разнообразие увеличивается до 34...41 таксонов. В пробах появляются группы животных, которые ранее не встречались – личинки двукрылых, гаммарусы, моллюски. На долю оксиреофильных видов приходится от 71 до 89 %. Доминантный комплекс представлен 7 видами: *Haploperla lipnevae*, *Pteronarcys reticulate*, *Ameletus montanus*, *Ecdyonurus joernensis*, *Hydropsycha sp*, *Leptocerus aterrinus*, *Chironomidae sp*. Остальные беспозвоночные в течение всего вышеназванного периода встречаются по 1...2 раза. Качество воды по показателям состояния зообентоса на контролируемых участках вновь имеет

значительные различия. Выше впадения р. Березовка вода оценивается II классом, а ниже качество воды ухудшается, что проявляется в снижении таксономического разнообразия и значений биотического индекса. Вода на данной точке считается умеренно загрязненной (рис. 2).

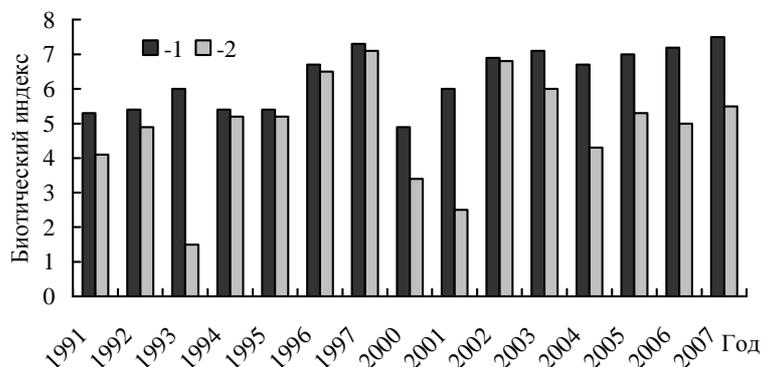


Рис. 2. Динамика среднегодовых значений биотического индекса макрозообентоса на створах исследования р. Бухтармы.  
1 – первый створ, 2 – второй створ.

Гидробиологические данные достаточно хорошо коррелируют с гидрохимическими показателями. Степень корреляции индексов загрязнения и биотических индексов составляет 0,78...0,85.

На основании приведенных исследований можно утверждать, что изменение антропогенной нагрузки на водоток (как увеличение, так и снижение) вызывают адекватную реакцию со стороны сообществ макробеспозвоночных, что проявляется в изменении таксономического разнообразия, смене доминантных видов, изменении качественных и количественных показателей развития. Таким образом, осуществляя гидробиологический мониторинг можно с высокой степенью достоверности оценивать уровень антропогенной нагрузки на водоток.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абакумов В.А. Экологические модификации и развитие биоценозов: Труды международного симпозиума / Экологические модификации и критерии экологического нормирования. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – С. 18-40.
2. Государственный водный кадастр Республики Казахстан. Республиканское государственное предприятие Казгидромет. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод. 2000 г. / Отв. ред. Е.Ж. Муртазин. – Алматы, 2002. – 103 с.

3. Заика В.В. Атлас-определитель водных беспозвоночных Тувы и Западной Монголии. Ч.I . Поденки – Insecta, Ectognatha, Ephemeroptera / Отв. ред. Л.К. Аракча. – Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2000. – 60 с.
4. Очерки по физической географии Казахстана / Под ред. И.П. Герасимова. – Алма-Ата, 1952. –511 с.
5. Положение о водоохраных зонах и полосах. Постановление КМ РК, №102, 27.01.95.
6. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. / Под ред. В.А. Абакумова. – Л.: Гидрометеиздат, 1992. – 240 с.
7. Шуйский В.Ф. Изменения трофической структуры макрозообентоса литорали малых озер под влиянием минеральных удобрений, вносимых в различном режиме // Состояние и перспективы развития методологических основ химического и биологического мониторинга поверхностных вод суши: Тез. докл. / 29 Всес. гидрохим. совещ. – Ростов-на-Дону: 1987. – С. 120-121.

Восточно-Казахстанский Центр Гидрометеорологии, г. Усть-Каменогорск

### **1991...2007 ЖЫЛДАРДАҒЫ БҰҚТЫРМА ӨЗЕНІ БЕТКІ СУЛАРЫНЫҢ САПАСЫ**

Л.Б. Кушникова

*Мақалада 1991...2007 жылдардағы гидробиологиялық көрсеткіштер бойынша беткі сулары сапасының өзгеруін бағалау берілген.*