

УДК 556.11:639.3

О.А. Шарипова *

**СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ
ЛОКАЛЬНЫХ ЗОН ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОЗЕРА БАЛХАШ***ТЕХНОГЕННОЕ ВЛИЯНИЕ, МИКРОЭЛЕМЕНТЫ, ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ, ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ, ГИДРОБИОНТЫ, ИХТИОФАУНА*

В статье представлен сравнительный анализ токсикологических показателей гидросистемы бухты Бертыс и залива Торангалык, в настоящий период и 90-е годы прошлого столетия, в связи с изменившимися антропогенными и природными факторами.

Одной из основных задач по сохранению биоразнообразия является обеспечение экологической устойчивости, снижение вредных воздействий на природную среду и темпов деградации водоемов, находящихся в зоне влияния промышленных комплексов.

Более устойчивые зоны с повышенными концентрациями загрязнений возникают в местах активной жизнедеятельности человека. Антропогенные загрязнения отличаются многообразием видов и многочисленностью источников. Если в начале прошлого века в промышленности применялось 19 химических элементов, то в середине – промышленное производство стало использовать около 50 элементов, а в современное время – практически все элементы таблицы Менделеева. Это существенно сказалось на составе промышленных выбросов и сбросов, привело к качественно новому загрязнению различных природных экосистем, в том числе и водных ресурсов, которые являются наиболее уязвимым звеном биосферы.

Самым крупным загрязнителем окружающей среды Северного Прибалхашья является Балхашский горно-металлургический комбинат.

За прошедшие 70 лет сточные воды и выбросы Балхашского комбината способствовали загрязнению водного и воздушного бассейнов. Под воздействием промышленных сбросов и выбросов образовались локальные зоны загрязнения – бух. Бертыс и зал. Торангалык (рис.). Многолетнее поступление поллютантов привело к изменениям качества среды обитания гидробионтов, и, как следствие, к обеднению кормовых организмов и ихтиофауны.

* Балхашский филиал ТОО КазНИИ рыбного хозяйства, г. Балхаш

Проблемы антропогенного загрязнения оз. Балхаш рассматривались в ряде научных статей авторов прошлых лет и настоящего времени [1, 2, 3, 6, 9, 11].

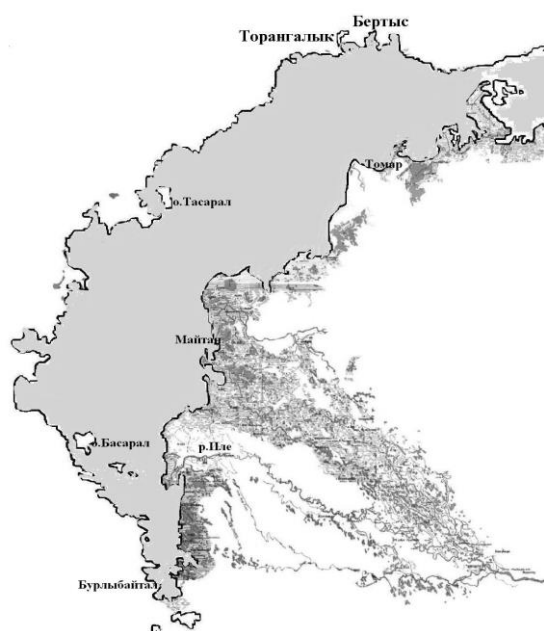


Рис. Схематическая карта западной части оз. Балхаш.

Материалом для данной работы послужили результаты исследований микроэлементного состава компонентов экосистемы оз. Балхаш, проведенные с 2007 по 2013 гг. В сравнительном анализе использовались фондовые материалы Казахского научно-исследовательского института рыбного хозяйства.

В качестве мониторинга в воде, донных отложениях, гидробионтах в многолетнем аспекте исследовались следующие металлы: медь, цинк, свинец, кадмий. Содержание валовых форм металлов определялось атомно-абсорбционным методом.

Цель данной научной работы – сравнить современное токсикологическое состояние участков оз. Балхаш, наиболее подверженных влиянию металлургического комбината с 90-ми годами прошлого столетия, учитывая изменившиеся антропогенные и природные факторы.

Материал многолетних исследований показывает, что токсикологический облик оз. Балхаш формируется под влиянием природных и антропогенных факторов, причем в зонах промышленного воздействия антропогенный фактор становится доминирующим.

В течение многих лет в бухту Бертыс осуществлялись сбросы ПО «Балхашцветмет». Ежегодно со сбросом сточных вод в объеме 12 млн. м³ в озеро попадало огромное количество токсикантов, в том числе 362 кг меди, 145 кг молибдена, 435 кг мышьяка. Концентрация меди в бухте превышала ПДК в 50 и более раз, цинка в 5...10 раз [10].

В начале 90-х годов минувшего века комбинат выбрасывал в воздух около 230...300 тыс. т веществ, 90 % которых состояли из сернистого ангидрида. С промышленными выбросами в бухту попадало 3,85 т меди, цинка – 3,44 т, свинца – 3,35 т, мышьяка – 3,9 т. Площадь прямого воздействия на озеро составляла 220 км² [3]. Однако в последующие годы комбинат почти ежегодно наращивал объем выбросов в атмосферу и, в отдельные годы, они доходили до 700 тыс. т и более.

Следует отметить, природоохранные мероприятия, проводимые с 1989 г., способствовали значительному снижению техногенного воздействия предприятия на экологию региона. С вводом в эксплуатацию станции оборотного водоснабжения в 1989 г. прекращен сброс сточных вод в залив Торангальк. С 1994 г. комбинат перешел на бессточную систему водоснабжения и полностью прекращен сброс промышленных стоков в бухту Бертыс. Ввод в эксплуатацию сернокислотного цеха, установка сухих фильтров способствовали снижению объемов твердых выбросов, утилизации диоксида серы.

По официальным данным, суммарная масса воздушных выбросов металлургического комбината и Балхашской ТЭЦ составляла в 2005 г. 739 тыс. т в год, 2007 г. – 620,7 тыс. т, 2008 г. – 423,3 тыс. т, 2009 г. – 134,9 тыс. т, 2012 г. – 98,5 тыс. т, 2013 г. – всего 70,1 тыс. т, т.е. за девять лет количество выбросов сократилось практически в 10 раз.

Экологическое состояние оз. Балхаш во многом зависит от его гидрологического режима. В конце 90-х годов в Балхашском бассейне завершился маловодный 20-летний период и с 1999 г. уровень воды в озере начал интенсивно подниматься. Повышение уровня озера способствовало усилению внутриводоемных процессов самоочищения воды, к которым относятся совокупность гидродинамических, биохимических, химических и физических процессов, в результате чего происходит уменьшение концентрации загрязняющих веществ до естественных характеристик водного объекта.

Вследствие ослабления антропогенной нагрузки на экосистему оз. Балхаш и стабильного гидрологического режима в последние многоводные годы, отмечены положительные тенденции снижения concentra-

ции микроэлементов в воде участков локального загрязнения, а именно: в заливе Торангалык и бухте Бертыс (табл. 1).

Анализ многолетних данных показал, что до 1994 г., в годы максимальной техногенной нагрузки металлургического производства, наблюдался рост концентрации свинца и меди в воде загрязненных участков. После 1994 г., в результате перечисленных выше причин, началось снижение концентрации тяжелых металлов. Так, в настоящее время содержание меди уменьшилось в 5 раз, свинца – в 2,5...3,0 раза, цинка – в 2,0...2,5 раза по сравнению с 1992...1994 гг.

Таблица 1

Многолетняя динамика концентрации тяжелых металлов в воде районов, подверженных техногенному загрязнению металлургического комбината, мкг/дм³

| Токсикант | Год | Бухта Бертыс | Залив Торангалык |
|-----------|------|--------------|------------------|
| Медь | 1988 | 55,7 | 80,0 |
| | 1994 | 92,8 | 71,3 |
| | 2007 | 26,3 | 19,4 |
| | 2010 | 24,0 | 16,0 |
| | 2012 | 17,0 | 14,6 |
| Цинк | 1988 | 69,2 | 73,0 |
| | 1994 | 57,4 | 66,7 |
| | 2007 | 49,2 | 35,0 |
| | 2010 | 28,0 | 20,0 |
| | 2012 | 29,3 | 27,0 |
| Свинец | 1988 | 19,2 | 29,0 |
| | 1994 | 91,8 | 93,0 |
| | 2007 | 42,7 | 41,8 |
| | 2010 | 23,0 | 25,0 |
| | 2012 | 36,3 | 30,4 |
| Кадмий | 1994 | - | 7,2 |
| | 2007 | 7,0 | 2,0 |
| | 2010 | 2,3 | - |
| | 2012 | 5,0 | 5,0 |

Микроэлементы, попадая в водную среду, перераспределяются между компонентами экосистемы: нерастворимые формы в результате процессов сорбции осаждаются на дно, утилизируются водной растительностью, аккумулируются гидробионтами. Перераспределение и миграция химических элементов в водных экосистемах тесным образом связана с процессами, происходящими в биоте. Антропогенные потоки элементов, в том числе таких тяжелых металлов, как медь, цинк, свинец, кадмий, вклю-

чаясь в естественные биогеохимические циклы, могут привести к существенным нарушениям установившегося экологического равновесия.

Донные отложения, являясь конечным звеном стока веществ, интегрируют геохимические особенности водосборной площади. Они представляют сложную многокомпонентную систему, которая в зависимости от условий, сложившихся в водоеме, и сорбционных свойств отложений может быть либо источником поступления химических соединений в толщу воды, либо их аккумулятором.

Многолетнее поступление токсикантов с промышленными сбросами и выбросами привело к метаморфизации качественного состава донных отложений бухты Бертыс и залива Торангалык [9]. Так, в бухте Бертыс кратность превышения фонового значения для меди и свинца составляет более 30. Превышение фонового содержания цинка в осадках данного участка достигает 10 раз, кадмия – 5 раз. Аналогичные показатели несколько ниже в заливе Торангалык, что, по-видимому, связано с более интенсивно происходящими водообменными процессами и особенностями гранулометрического состава донных отложений. Концентрация меди превышает фоновый уровень в 8 раз, свинца – 4 раза, цинка и кадмия – 2 раза.

В многолетнем аспекте происходящие процессы самоочищения в бухте Бертыс и заливе Торангалык, подтверждаются и фактом очищения верхнего слоя донных отложений (табл. 2).

Таблица 2

Многолетняя динамика концентрации тяжелых металлов в донных отложениях бухты Бертыс и залива Торангалык, мг/кг

| Токсикант | Год | Бухта Бертыс | Залив Торангалык |
|-----------|------|--------------|------------------|
| Медь | 1988 | 600 | 400 |
| | 1994 | 3000 | 1000 |
| | 1997 | 3000 | 1000 |
| | 2007 | 1078 | 159 |
| | 2011 | 195 | 217 |
| Цинк | 1988 | 100 | 60,0 |
| | 1994 | 150 | 80,0 |
| | 1997 | 200 | 200 |
| | 2007 | 164 | 91,0 |
| | 2011 | 81,3 | 217 |
| Свинец | 1988 | 100 | 40,0 |
| | 1994 | 80,0 | 60,0 |
| | 1997 | 100 | 200 |
| | 2007 | 152 | 91,1 |
| | 2011 | 149 | 143 |
| Кадмий | 2007 | 6,0 | 3,2 |
| | 2011 | 1,4 | 0,9 |

Анализ результатов многолетних исследований показал, что содержание меди в грунтах бухты уменьшилось в 15 раз, цинка – более чем в 2 раза по сравнению с 90-ми годами прошлого столетия. Концентрация меди в грунтах залива Торангалык снизилась в 4,6. Содержание кадмия в донных отложениях загрязненной акватории озера за пятилетний период снизилось более чем в 3 раза. Однако для свинца наблюдается противоположная тенденция: содержание его в грунтах бух. Бертыс и зал. Торангалык в последние годы возросло практически в 2 раза.

Биологические реакции, являющиеся следствием влияния тяжелых металлов на водную экосистему, весьма различны. В зависимости от условий окружающей среды могут происходить изменения плотности, разнообразия, групповой структуры и видового состава популяций.

Водные организмы служат индикаторами загрязнения среды обитания, по уровню накопления поллютантов в тканях можно судить об их толерантности к колебаниям экологических факторов.

Многолетние исследования Балхашского филиала КазНИИ РХ показали, что техногенное загрязнение районов озера, расположенных вблизи промышленных предприятий, способствует обеднению видового состава и снижению показателей биомассы гидробионтов [2, 6].

Зоопланктон загрязненных участков в качественном отношении беден. Он представлен более устойчивыми к загрязнению 5...6 видами ракообразных планктеров. Однако в межгодовом аспекте наблюдаются положительные факты – биомасса зоопланктона в бух. Бертыс увеличилась почти в 3 раза по сравнению 1992 г., когда в озеро осуществлялись промышленные сбросы [4].

Содержание тяжелых металлов в бентонтах, обитающих в акватории промышленных выбросов, превышает в 1,5...3 раза таковые в других районах озера. Зообентос этих же участков также является бедным по развитию донных кормовых беспозвоночных по величине биомассы, которая здесь в несколько раз ниже, чем в чистых районах озера. Но в последние годы на положительную динамику снижения концентрации микроэлементов в грунтах представители бентофауны ответили ростом количественных и качественных характеристик [4].

Анализ данных свидетельствует о том, что рыбы аккумулируют металлы в значительно меньшем количестве, чем водная растительность и кормовые организмы. Рыба обладает сравнительно развитым механизмом гомеостаза и может поддерживать свой относительно постоянный компо-

нентный состав при сравнительно широком диапазоне колебаний элементов и других структурных единиц среды обитания [8]. Согласно экспериментальным исследованиям многих зарубежных ученых (Д. Джонс, Л. Хогланд, С.П. Федий и др.), рыба способна обнаруживать и избегать растворенные токсические вещества [7]. Следует констатировать, что в самом загрязненном тяжелыми металлами районе озера – бух. Бертыс и зал. Торангалык степень накопления металлов в мышцах рыб заметно не отличается от других районов [3, 5]. Но в связи с низкой кормовой базой, обусловленной многолетним загрязнением токсичными веществами водной среды и донных отложений, данная акватория озера характеризуется бедным видовым составом ихтиофауны и не имеет рыбопромыслового значения.

Таким образом, в настоящее время в локальных зонах загрязнения – бух. Бертыс и зал. Торангалык наметилась положительная тенденция к очищению среды обитания от тяжелых металлов, что в совокупности с оптимальным гидрологическим режимом, способствует созданию благоприятных условий для развития и жизнедеятельности гидробионтов.

Однако периодически происходящие аварийные сбросы сточных вод непосредственно в бухту, загрязнение озера золовым выносом твердых веществ из хвостохранилища, в состав которых входят тяжелые металлы, продолжающееся поступление в атмосферу техногенных выбросов, требуют проведения постоянного мониторинга экологического состояния акватории, прилегающей к промышленным объектам, а также необходимость контроля со стороны компетентных органов за выполнением природоохранных мероприятий предприятиями – источниками загрязнения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амиргалиев Н.А., Беремжанов Б.А., Лопарева Т.Я., Амиргалиева Ф.А., Ибрагимова М.А. О концентрации некоторых микроэлементов в воде оз. Балхаш // Исследование многокомпонентной системы – Алма-Ата, 1980. – С. 3-8.
2. Амиргалиев Н.А., Лопарева Т.Я., Накыпбек С.Т., Кенжебеков Б.К. О влиянии антропогенного загрязнения на состояние биологических объектов оз. Балхаш // Гидрометеорология и экология. – 2003. – №1 – С. 99-114.
3. Асылбекова С.Ж., Искеков К.Б., Лопарева Т.Я., Анурьева А.Н. Влияние воздушных выбросов промышленного комплекса «Балхашцветмет» на биоценозы озера Балхаш. // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. – 2011. – №1. – С. 7-14.

4. Крупа Е.Г., Цой В.Н., Лопарева Т.Я., Пономарева Л.П., Анурьева А.Н., Садырбаева Н.Н., Асылбекова С.Ж., Исбеков К.Б. Многолетняя динамика гидробионтов озера Балхаш и ее связь с факторами среды / Вестник АГТУ. Сер. Рыбное хозяйство. – Астрахань. – 2013. – № 3. – С. 85-96.
5. Лопарева Т.Я., Шарипова О.А., Мукашева А.С. Содержание тяжелых металлов и радионуклидов в организмах промысловых видов рыб озера Балхаш // Современные проблемы зоологии и паразитологии: Межд. науч. Конф., ВГУ. – Воронеж, 2013. – С. 86-88.
6. Лопарева Т.Я., Шарипова О.А., Мукашева А.С. Толерантность бентосных организмов в условиях техногенного загрязнения донных отложений озера Балхаш // Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов: Тр. Межд. науч.-практ. конф. – Калининград, 2013. – С. 341-344.
7. Лукьяненко В.И. Токсикология Рыб. – М: Пищ. пром., 1967. – 216 с.
8. Морозов Н.П., Петухов С.А. Микроэлементы в промысловой фауне мирового океана. – М.: Агропромиздат, 1986. – 159 с.
9. Хузина Г.Г., Жумагалиулы Н. Распределение тяжелых металлов в донных отложениях оз. Балхаш в районах, подверженных техногенному воздействию // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2009. – №3. – С. 55-60.
10. Хузина Г.Г., Лопарева Т.Я. Процессы самоочищения водоема на примере бухты Бертыс озера Балхаш // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2007. – № 2 – С. 32-37.
11. Шаухарбаева Д.С., Лопарева Т.Я., Амиргалиев Н.А. Оценка влияния антропогенного загрязнения на качество воды и гидробионты озера Балхаш // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2007. – № 4 – С. 41-44.

Поступила 22.10.2014

О.А. Шарипова

БАЛҚАШ КӨЛІНІҢ ЛАСТАНУ АУМАҚТАРЫНЫҢ ҚАЗІРГІ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ТОКСИКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫ

Мақалада қазіргі кезде және 90-жылдары антропогендік және табиғи факторларының өзгерістеріне байланысты көпжылдық техногендік әсерге ұшыраған Торанғалық және Бертыс шығанақтарының токсикологиялық көрсеткіштерін сараптауы бейімделген.