

УДК 556.114

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДНОЙ СРЕДЫ НАКОПИТЕЛЯ
СОРБУЛАК**

Доктор геогр. наук Н.А. Амиргалиев

В статье рассматривается динамика основных гидрохимических и токсикологических показателей в воде и донных отложениях накопителя Сорбулак. Выявлена высокая концентрация различных металлов в абиотической среде накопителя и зависимость их внутриводоемного круговорота от интенсивно протекающих в водоеме биопродукционных, деструкционных и седиментационных процессов.

Использование маргинальных вод для хозяйственных целей, в т.ч. для рыбного хозяйства пока не находит широкого распространения. В Казахстане были попытки использования накопителей сточных вод и тёплых стоков ТЭЦ и ГРЭС для выращивания рыб. В 1970 г. на базе Васильевского накопителя минерализованных рудничных вод в Костанайской области было создано озёрно-товарное рыбное хозяйство. В результате проведённых рыбоводно-мелиоративных работ хозяйство производило до 215 т ценных пород рыб [1]. Были в республике и другие положительные опыты по выращиванию рыбы в тепловодных садковых хозяйствах, которые также не нашли дальнейшего развития.

Значительные запасы промысловых рыб имеются в озере-накопителе стоков Алматы – Сорбулак. Они не пригодны для питания человека по токсикологическим и бактериологическим показателям, но эти ресурсы белковой продукции могут быть использованы в агропромышленной сфере для производства искусственных комбикормов.

В 2001 и 2002 гг. в масштабе проекта «Оценка и усовершенствование использования маргинальных вод в Центральной Азии», проводимого Международным Центром сельскохозяйственных исследований в засушливых районах (ИКАРДА), выполнено исследование накопителя Сорбулак. В комплекс проведенных работ входило: изучение гидрофизических, гидрохимических параметров, гидробиологического режима, токсикологического состояния водной среды, уровня накопления токсикантов в ры-

бе, а также изучение видового состава рыб, их биологических показателей и оценка запасов в накопителе.

Исследования проводились на всей акватории основного накопителя Сорбулак. Пробы воды и донных отложений отбирались на выбранных постоянных станциях (рисунок 1), охватывающих характерные пункты водоема. Комплексное исследование накопителя проводилось во время 4 экспедиционных выездов.

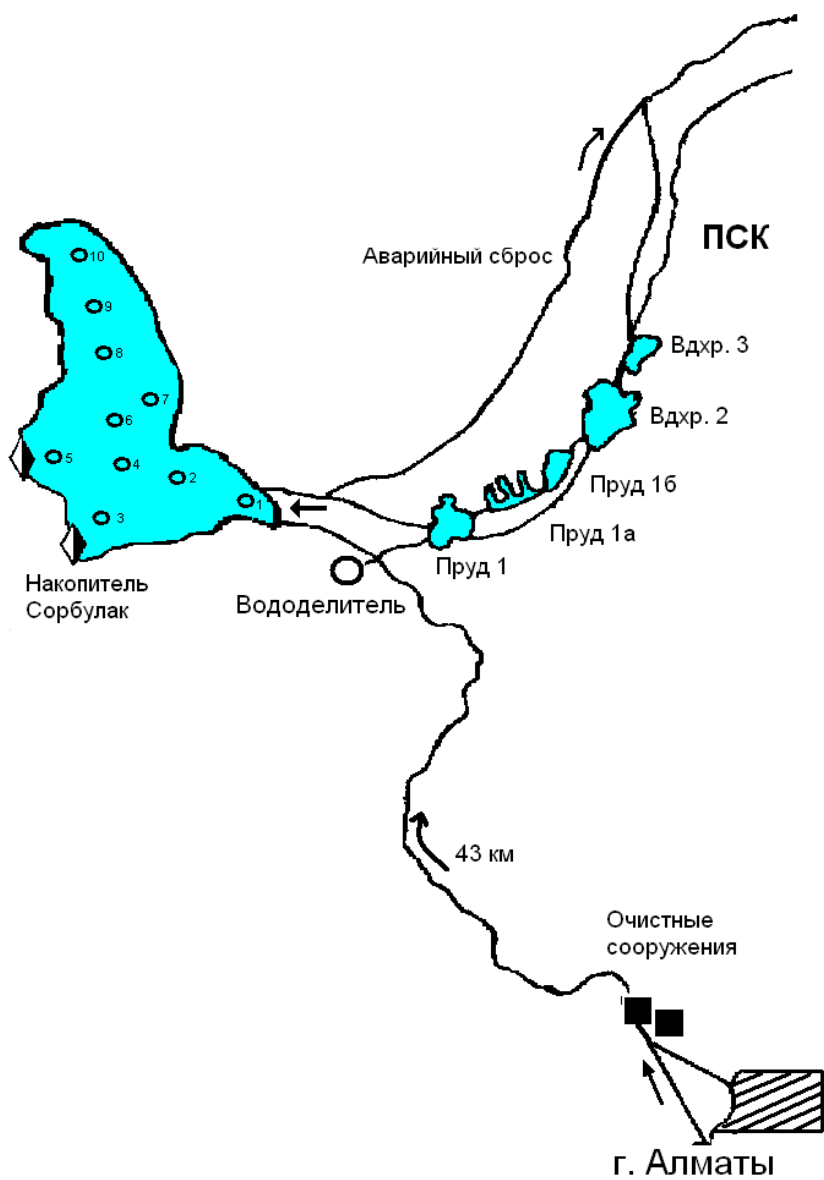


Рисунок 1. Схема очистных сооружений г. Алматы.

Характеристика накопителя Сорбулак

Сточные воды г. Алматы и г. Каскелена после смешения и разбавления в системе канализации поступают в сооружения механической и биологической очистки и далее в накопитель Сорбулак. Стоки квалифицируются как смешанные, так как около 55 % воды поступает от населения, 33 % – от коммунально-бытовых предприятий и около 12 % – от промышленности. По системе коллекторов стоки попадают в очистные сооружения, расположенные в 24 км от г. Алматы. Здесь они проходят механическую (песколовки, первичные отстойники) и биологическую (аэротенки, регенераторы) очистку. В настоящее время существенно расширена система биоочистки стоков. Доочистку на прудах с высшей водной растительностью решено перенести с головного участка отводящего Сорбулакского канала на регулирующие ёмкости (пруды и водохранилища) Правобережного Сорбулакского канала (ПСК). Общая схема водоотведения и пруды доочистки стоков показаны на рисунке 1.

Озеро-накопитель Сорбулак расположено на плато Караой в 60 км северо-западнее от г. Алматы. Максимальная глубина водоёма до 31 м, площадь – 60 км², ёмкость – около 1020 млн. м³.

До 1993 г. (до сооружения ПСК) городские стоки отводились только в накопитель Сорбулак. Это приводило к росту его уровня до максимальных отметок. В последующие годы в результате ввода в эксплуатацию системы ПСК, использования стоков на орошение и более строгого нормирования количества воды водопотребителями города, уровень воды в накопителе из года в год понижается. Этими обстоятельствами ликвидирована критическая ситуация, создававшаяся в годы максимальных уровней. Среднегодовые уровни за указанный период составили в 1994 г. – 620,43 м, 1997 г. – 620,11; 1998 г. – 619,97; 1999 г. – 619,83; 2000, 2001 гг. – 619,58 м (за 8 месяцев).

Объём забора воды на полив сельхозкультур из самого накопителя и из отводного канала постепенно растёт, составляя в последние годы 13...35 млн. м³.

Гидрофизические и гидрохимические параметры

Максимальные глубины накопителя в период наших наблюдений составили 25...26 м. В целом водоем глубоководный с ограниченными площадями литорали, что оказывает определенное влияние на миграцию гидробионтов, расселение водной растительности. Прозрачность воды существенно меняется по акватории накопителя. Менее прозрачна вода в

150

юго-восточной части накопителя в районе поступления стоков (ст. 1, 2). В северо-западном направлении значение этого показателя возрастает до 100...120 см, что является следствием постепенного осаждения взвесей по длине накопителя.

рН воды находится в пределах: в июле 2001 г. составил 8,25...8,30, а в 2002 г. – от 8,6 до 8,8 в июне и от 9,3 до 9,6 – в августе. Такие высокие показатели рН являются следствием чрезвычайно большой интенсивности процессов фотосинтеза фитопланктоном, численность которого в накопителе очень высока. В июле 2001 г. численность его была 4892,3 млн. кл/м³, биомасса – 2671,9 мг/м³, а в 2002 г. эти показатели существенно возросли, составляя соответственно 5157,5 и 7299,0. Концентрация кислорода зарегистрирована в интервале 10,7...13,5 мг/дм³ в 2001 г. и 11,1...16,2 мг/дм³ – в 2002 г.

Концентрация органических веществ (по перманганатной окисляемости воды) по акватории водоема существенно не меняется, оставаясь в основном в интервале от 4,3 мгО/дм³ до 7,3 мгО/дм³. Содержание аммонийных ионов (NH₄⁺) и нитритов (NO₂⁻) в воде накопителя невысоко, не достигает уровня ПДК. Некоторое возрастание концентрации этих показателей как в 2001 г., так и в 2002 г. наблюдалось во второй половине лета, что обусловлено усилением процессов деструкции поступающих в накопитель органических загрязнений при достаточно высоких значениях температуры воды, в результате чего вода, в первую очередь, обогащается этими соединениями азотной группы.

Формирование режима нитратов имеет несколько иной характер. К концу летнего периода потребление фитопланктоном этой более усваиваемой формы азотистых соединений превышает пополнение ее в воде за счет окисления нитритов. Именно это является причиной снижения на порядок содержания нитратов в августе, т.е. в период наиболее массового развития фитопланктона, в частности зеленых водорослей. Концентрация минерального растворенного фосфора в течение летнего периода не имела заметных изменений, от 0,05 до 0,13 мг/дм³ в июне и от 0,05 до 0,20 мг/дм³ – в августе.

Таким образом, за вегетационный период 2001 и 2002 г. режим биогенных веществ был аналогичен, определяющую роль в динамике этих показателей играют продукционно-деструкционные процессы, протекающие в условиях высокой температуры воды, достатка питательных веществ и большого видового разнообразия водной флоры.

Минерализация воды в течение летнего периода 2001 г. была в интервале 1218...1438 мг/дм³, а 2002 г. – от 1101 до 1184 мг/дм³. По ионному

составу вода хлоридно-сульфатного класса натриевой группы, характерный индекс по О.А. Алекину ClS II^{Na}.

Токсичные соединения

Тяжелые металлы по акваториям накопителя распределяются в целом равномерно. В июне и августе 2002 г. концентрация ряда элементов в районе поступления стоков (ст. 1) была заметно выше, чем на других участках. По сезонам года содержание металлов не остается постоянным. В 2001 г. концентрация никеля, меди и хрома, а в 2002 г. содержание в воде почти всех элементов, за исключением кадмия, во второй половине лета значительно увеличилось (для ряда металлов на порядок) по сравнению со значениями в мае и в июне. Содержание кадмия, наоборот, в августе 2002 г. уменьшилось. Сопоставление летних данных за 2001 и 2002 гг. показывает, что цинк и свинец остались почти на прежнем уровне, концентрация никеля, меди и хрома в августе 2002 г. года возросла на порядок рисунок 2.

Примерно такой же порядок концентрации некоторых элементов зарегистрирован и в 1985 г. [5]. Произведенные отборы проб в последующие годы [2] показали, что концентрация тяжелых металлов в воде накопителя в 1,5...3 раза ниже, чем в воде подводящего канала. Это естественно объясняется выпадением металлов в осадок в условиях замедленного течения и при повышенных значениях рН воды.

В 2002 г. все элементы, за исключением свинца, по своему содержанию превысили уровень ПДК: цинк в 1...3 раза, никель в июне в 3...5 раз, в августе – 10...20 раз, медь соответственно 1...2 и 20...29 раз, кадмий – 13...18 и 1...2 раза, хром – 103...292 и 500...1300 раз.

Увеличение концентрации никеля, меди и хрома в воде во второй половине лета 2002 г., очевидно, обусловлено их активной биомиграционной способностью, а именно содержанием их в коллоидном состоянии в составе органоминерального комплекса в условиях чрезвычайно массового развития в этот период растительного планктона. А запасы металлов в донных отложениях и в других объектах водной экосистемы этого накопителя сточных вод очень большие. Таким образом, внутриводоемный круговорот металлов в существенной мере регулируется интенсивностью биопродукционных и деструкционных процессов, которые очевидно, влияют и на миграцию элементов между донными отложениями и водой накопителя.

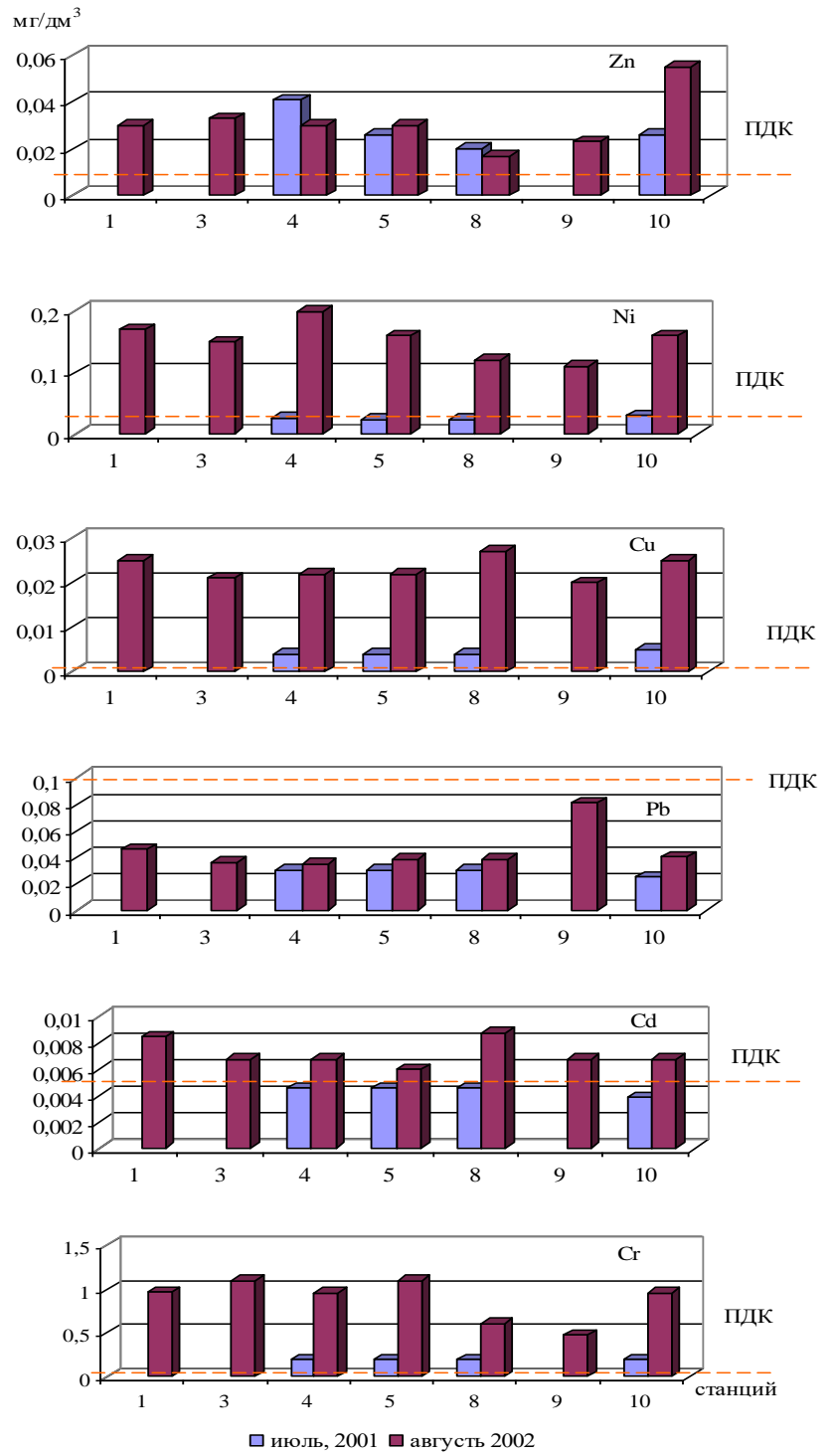


Рисунок 2. Содержание металлов в воде.

Пестициды в собранных образцах воды присутствовали в невысоких концентрациях. За весь исследованный период были зарегистрированы только хлорорганические соединения (рисунок 3). В 2001 г. они присутствовали весной со средней концентрацией 0,013 мкг/дм³ изомеры ГХЦГ и 0,367 мкг/дм³ – ДДТ, а в июле они отсутствовали. Пестициды в воде не были обнаружены и в июне 2002 г., но в августе они были зарегистрированы на всех станциях в незначительных концентрациях: ГХЦГ – от 0,001 до 0,008 мкг/дм³, метаболиты ДДТ – от 0,023 до 0,280 мкг/дм³.

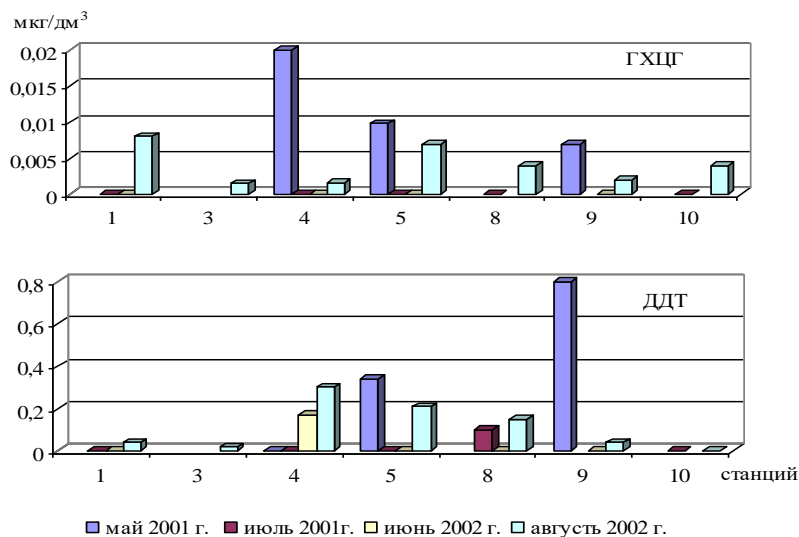


Рисунок 3. Содержание пестицидов в воде.

Появление пестицидов к концу летнего периода, вероятно, связано с попаданием их в направляемые в накопитель сточные воды или непосредственно в накопитель из орошаемых массивов, где выращиваются кормовые культуры для скота с использованием воды из накопителя.

Тяжелые металлы в грунтах накопителя изучались в составе выполненных комплексных наблюдений, полученные результаты показаны на рисунке 4. Наиболее высокие концентрации изученных элементов, за исключением кадмия, зарегистрированы в грунтах ст. 4 и 8. Эти точки характеризуются наибольшей глубиной 23...26 м. На других точках отбора проб концентрация элементов распределяется достаточно равномерно. Очевидно, имеет место накопление тяжелых металлов в донных отложениях наиболее глубоководных участков накопителя.

Несколько иной характер имеет пространственное распределение кадмия. Высокая его концентрация зарегистрирована в грунтах ст. 1, т.е. в

районе поступления сточных вод в накопитель, а в отложениях основной акватории водоема содержание этого элемента находилось в интервале 1,04...1,80 мкг/кг в июле 2001 г. и 0,24...0,46 мг/кг – в августе 2002 г. При этом, его содержание более повышено на глубоководных станциях 4 и 8, где обнаружена максимальная концентрация других металлов.

В донных отложениях накопителя концентрация металлов в августе 2002 г. была ниже, чем в мае и июле 2001 г. Это наглядно видно при сравнении данных о средней концентрации элементов за указанные годы (в мг/кг):

	Zn	Ni	Cu	Pb	Cd	Cr
2001 г.	55,6	20,2	13,2	19,5	1,2	49,3
2002 г.	10,0	6,40	7,69	5,05	1,2	19,4

Причина наблюдаемого расхождения заключается в том, что летом 2001 г. в местах отбора 7-ми проб грунтов глубина воды составила от 18,5 до 25 м. Отложения этих глубоководных участков представляли собой маслянистую илообразную массу черного цвета, в которых полностью отсутствовали бентические организмы. А в августе 2002 г. пробы грунтов для анализа и бентоса отбирались в зоне соответствующих станций на глубинах 0,9...5,0 м. Благодаря отборам грунтов на разных глубинах удалось выявить характер распределения тяжелых металлов в отложениях накопителя, т.е. в грунтах глубоководной зоны металлы содержатся в значительно большем количестве, чем на мелководных.

Уровень накопления металлов в осадках накопителя, естественно, на много выше, чем в естественных водоемах. Так, содержание почти всех изученных нами элементов в грунтах накопителя на два порядка выше, чем в осадках рек Прикаспийской низменности [6]. Концентрация такого высокотоксичного элемента, как кадмий, в осадках накопителя часто достигала 1,00...1,87 мкг/кг, а на ст. 1, расположенной ближе к подводному каналу, летом 2002 г. его количество зарегистрировано на уровне около 6,0 мкг/кг (см. рис. 4). А кларк (фоновое содержание в литосфере) этого элемента 0,13 мг/кг [3, 4], в осадках Аральского моря, например, концентрация кадмия зарегистрирована в интервале 0,012...0,66 мг/кг [7].

На основе полученного материала следует заключить, что определяющую роль в динамике биогенных соединений и во внутриводоемном круговороте тяжелых металлов играют биопродукционные, деструкционные и седиментационные процессы, протекающие в условиях высокой летней температуры воды, застойного режима и большого разнообразия водной флоры.

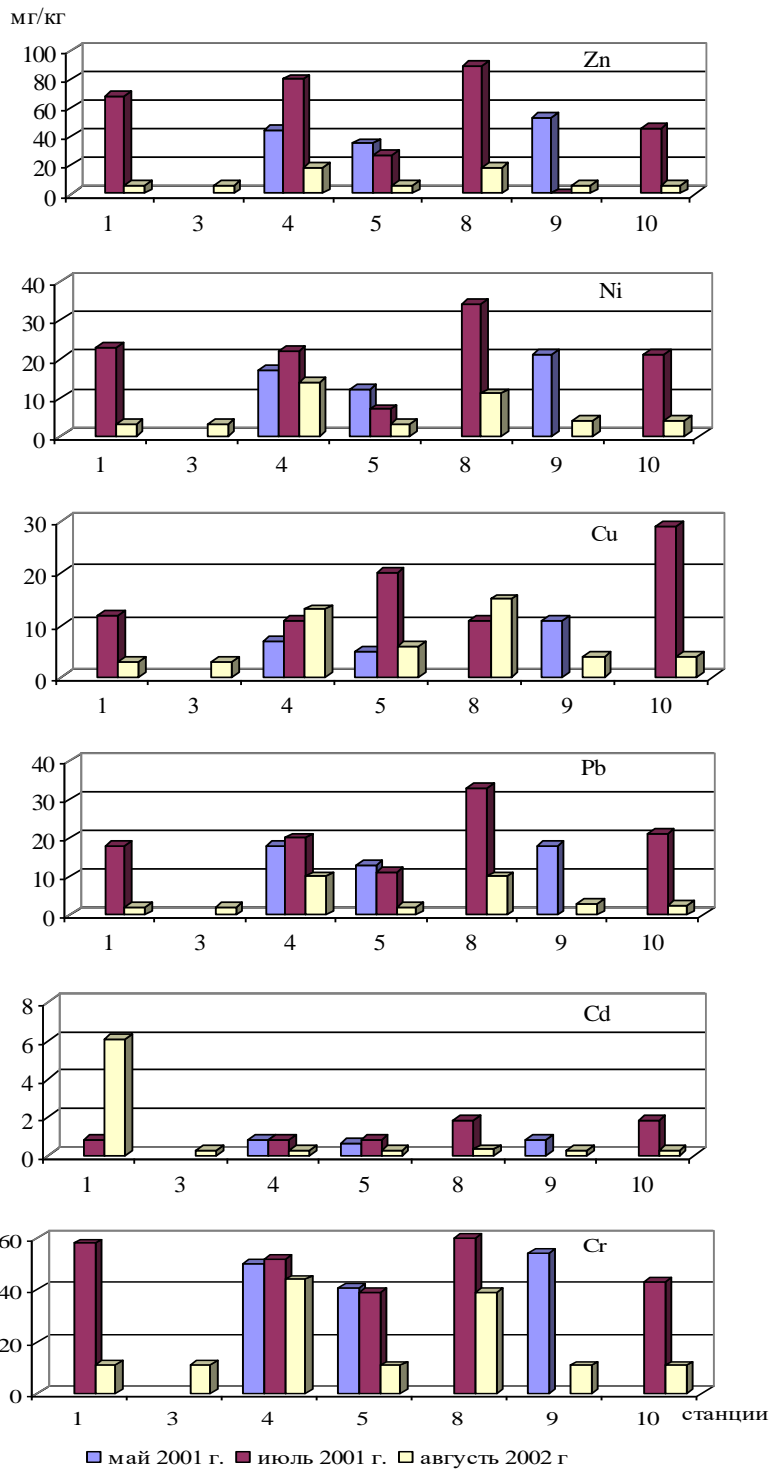


Рисунок 4. Содержание металлов в грунтах.

Эти же процессы, очевидно, оказывают влияние на миграцию элементов между донными отложениями и водой накопителя, а также на интенсивность кумуляции токсикантов в биологических объектах. Концентрация металлов в воде и осадках накопителя характеризуется высокими значениями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амиргалиев Н.А. Утоление жажды. – Алма-Ата. Казахстан, 1987. – 236 с.
2. Анализ системы водоотведения сточных вод г. Алматы и предложения по её усовершенствованию. Отчет о НИР / Алматинское городское упр. охраны окр. среды. – Алматы, 1999. – 89 с.
3. Беус А.А. Геохимия литосферы. – М.: Недра, 1981. – 334 с.
4. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах. – М.: Изд. АН СССР, 1957. – 237 с.
5. Гидрофауна водоема – накопителя Сорбулак Алматинской области. Отчет и НИР / Ин-т зоологии АН КазССР. – Алматы, 1986. – 80 с.
6. Мониторинг окружающей среды при строительстве объектов и сооружений нефтепроводной системы КТК-К на территории Атырауской области РК. Отчет о НИР / Каз НИИРХ. – Алматы, 2000. – 111 с.
7. Орешкин В.Н. Кадмий в донных отложениях Аральского моря // Водные ресурсы. – 1993. – №3. – С. 376-379.

Научно производственный центр рыбного хозяйства

СОРБҰЛАҚ ТОЛТЫРҒЫШЫНЫҢ СУ САПАСЫН БАҒАЛАУ

Геогр. ғылымд. докторы Н.Ә. Әмірғалиев

Мақалада Сорбұлақ толтырғышының гидрохимиялық және токсикологиялық көрсеткіштерінің өзгеру мәселелері қарастырылған. Толтырғыштың абиотикалық ортасында ауыр металдар мөлшерінің жоғары екендігі және олардың айналымында биологиялық өнімділік, күйреу, тұну процестерінің үлкен әсері барлығы анықталған.