

УДК 556. 114

**САМООЧИЩЕНИЕ И САМООЧИЩАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ  
ПРИРОДНЫХ ВОД АРИДНЫХ ЗОН**

Доктор тех. наук

А.А. Турсунов

Канд. геогр. наук

С.М. Романова

*Приведен анализ литературных данных и материалов собственных исследований по самоочищению и самоочищающей способности природных вод аридных зон (на примере бессточного оз. Балхаш).*

Процессы самоочищения – совокупность всех природных (гидродинамических, химических, микробиологических и гидробиологических) процессов в загрязненных природных водах, направленных на восстановление объектов. Сложность и разнообразие процессов естественного самоочищения природных вод, их значимость и сущность обуславливаются большим числом загрязняющих веществ, специфическими (физико-географическими) условиями водоемов.

Сточные воды, поступая в водоемы, оказывают негативное воздействие, прежде всего на биоценоз, нарушают естественный режим многих компонентов химического состава воды. Одновременно и взаимосвязано с разбавлением и перемешиванием сточных вод с природной водой идут гидробиологические, гидрохимические и др. процессы превращения веществ в водоеме. Последние оказывают решающую роль в процессах самоочищения. Физико-химические процессы, протекающие в водоемах, тесно связаны с биологическими, в том числе микробиологическими процессами, и порой трудно констатировать, где заканчивается один процесс и начинается второй.

Наиболее изученным процессом является процесс превращения органических веществ, способствующий непрерывному смещению ионного и фазового равновесия в природных водах. Сам процесс превращения органических соединений протекает в несколько стадий, в результате чего промежуточные продукты часто оказываются более токсичными, чем исходные вещества.

На самоочищающую способность (СС) природных вод оказывают влияние многие факторы, роль которых оценивается учеными по-разному. Одни из них склонны выделять чисто процессы самоочищения (преимуще-

ственно отмирание чуждых водоему микроорганизмов, снижение содержания токсикантов за счет физико-химических и биохимических реакций и т.п.) и собственно смешение и разбавление загрязненной воды природной. Другая группа исследователей считает разбавление, как один из факторов самоочищения наряду с такими процессами, как действие солнечной радиации, осаждение и поглощение.

В настоящее время выделяется пять главных направлений в исследовании процессов разбавления сточных вод природной водой и СС водных объектов:

1. Разработка методов расчета разбавления и перемешивания сточных вод в водоемах (водотоках) при различных условиях;
2. Изучение химизма превращения токсикантов в воде, илах, донных отложениях, взвесьях;
3. Выявление роли микроорганизмов;
4. Исследование влияния процессов фотосинтеза;
5. Изучение механизма миграции загрязняющих веществ (ЗВ) в подземных водах.

Каждое из этих направлений является предметом самостоятельного изучения.

Изучение СС водных объектов проводится расчетным путем (расчет скоростей превращения ЗВ, их предельно-допустимый сброс (ПДС), моделирование, прогноз) и натурными исследованиями в лабораторных условиях или непосредственно на водном объекте.

В данной статье из-за ограниченного объема нереально детально осветить все вопросы, связанные с проблемой самоочищения природных вод. Ниже приведен краткий обзор литературы по выявлению исключительной самоочищающей способности водоемов и водотоков аридных зон в сравнении с водоемами гумидных областей.

Детальными многолетними лабораторными работами С.С. Крученко установлено, что при концентрировании вод континентального происхождения (на примере оз. Балхаш) в твердую фазу выпадают осадки (карбонаты, сульфаты), увлекая за собой такие компоненты, как бром (0,002...0,025 %), йод (0,0002...0,016 %), бор (0,0002...0,005 %), кремний (до 0,02 %), фосфор (до  $2 \times 10^{-5}$  %), калий (0,016...0,094 %) [5]. А.И. Мун доказал, что такие элементы, как фтор, бром, йод, бор, литий, калий, рубидий, цезий, кобальт, никель и цинк переходят из воды континентальных водоемов в донные отложения и там накапливаются, благодаря адсорбции их различными коллоидами.

Однако геохимическое поведение названных элементов в системе «вода – ил» различное [6].

Для долгосрочного прогнозирования качества природных вод необходимо знание о скорости самоочищения. По данным натурных наблюдений на реках СНГ И.М. Кореновской и др. [4] рассчитали значения коэффициентов скорости самоочищения речных вод 80 %-ой обеспеченности в весенне–летний период от некоторых загрязняющих веществ (табл.1). Так, наибольшим значением  $K$ , равным  $1,80 \text{ сут}^{-1}$ , характеризуются ионы аммония, наименьшими ( $0,20 \text{ сут}^{-1}$ ) – ХПК, НП,  $Fe$ ,  $Ni$  и  $Cr$ .

Таблица 1

Коэффициенты скорости самоочищения речных вод ( $K$ ) от некоторых загрязняющих веществ,  $\text{сут}^{-1}$

Компоненты химического состава воды	$K$
Ионы аммония	1,80
БПК <sub>5</sub>	1,00
ХПК	0,20
СПАВ	0,60
Фенолы	0,40
Нефтепродукты (НП)	0,20
Медь	1,20
Цинк	0,30
Железо	0,20
Никель	0,20
Хром	0,20

Практически все реки России изучены на предмет загрязнения и самоочищения их вод. Выявлено, что процессы самоочищения от нефтепродуктов протекают более интенсивно при сравнительно высоких температурах в летний период и в значительно меньшей мере зимой. Так, для р. Кубани самоочищающая способность в зимний период колеблется в пределах 7...35 %, а летом повышается до 20...60 %.

Максимальные величины перерабатывающей способности (ПС) р. Кубани от нефтепродуктов (600...3040 кг/час) определены при наибольших расходах воды во время паводков. В межень и низких температурах ( $0...5^{\circ}\text{C}$ ) нефтепродукты слабо «перерабатываются» (0,11...5,71 кг/час) (Честнокова И.А. и др., 1975). Аналогичное явление наблюдается и в других реках бассей-

на р. Кубани (Шлычкова В.В. и др., 1975), Донецкой и других областях (Клепешнев А.М. и др., 1975).

Сравнительно интенсивно процессы самоочищения речных вод от некоторых веществ протекают на участках протяженностью до 10 км ниже сброса стоков. При этом СС по БПК<sub>5</sub>, например, в р. Кальмиус (Донецкая область) составляла 57 %, по  $NH_4^+$  ионам – 60 %.

Л.Ф. Носачева и К.Р. Амрин изучали СС некоторых рек Центрального Казахстана от органических веществ (ОВ). Так, в р. Нуру производится сброс сточных вод предприятий химической, металлургической, энергетической промышленности, а также бытовых сточных вод. Общий объем стоков бассейна р. Нуры составлял в 1975 г. около 120 тыс.м<sup>3</sup>/сут, а в 1987 г. уже 477 тыс.м<sup>3</sup>/сут [3]. Концентрация фенолов в речной воде в 1975 г. уменьшается до исходной величины (0,001 мг/л) через 3 суток пробега воды от места сброса сточных вод. На участке реки, в 5 км от источника загрязнения, снижение концентрации ОВ (по БПК<sub>5</sub>) весной составляло около 88 %, летом – 53 %. Осенью процессы самоочищения р. Нуры более четко выражены на значительном расстоянии (12 км) от места сброса сточных вод и составляют 55 %. Анализируя данные по содержанию ОВ за 1987 г. в воде р. Нуры (г. Темиртау) на участках 0,5 км и 5,7 км ниже объединенного сброса сточных вод, автором данной статьи получены следующие результаты по СС (в %): БО – 11,6; БПК<sub>5</sub> – 20,5; фенолы и СПАВ – 60 %; нефтепродукты – 50 %. В реки Чурубай Нуру, Сокры, основных притоков р. Нуры, также осуществляется сброс сточных вод. В малых реках более заметно влияние стоков, и самоочищение обычно заканчивается на больших расстояниях (20...30 км), чем в крупных реках. Наиболее интенсивно превращение ОВ происходит в летний период, когда уменьшение их содержания (по БПК<sub>5</sub>) составляет 62 %. Если объем стоков в р. Сокры в 1975 г. составлял 80 тыс.м<sup>3</sup>, то в 1989 г. – около 269 тыс.м<sup>3</sup>. С увеличением расстояния от места сброса стоков содержание растворенного кислорода увеличивалось от 0 до 76 % насыщения. В летний период процессы самоочищения в реке начинают проявляться на расстоянии 30 км от источника загрязнения. Весной и осенью за счет процессов самоочищения снижение концентрации загрязняющих веществ колеблется в пределах 36...89 %.

Естественно ожидать, что большие количества загрязняющих веществ, сбрасываемые в водоемы и водотоки, затрудняют протекание процессов самоочищения. Самоочищающая способность воды от металлов, как правило, зависит от абсолютного содержания его в верхнем створе: при более

высоких концентрациях СС воды бывает более высокой, чем при сравнительно низких концентрациях. Кроме того, решающую роль в снижении концентраций тяжелых металлов играют процессы сорбции и образования трудно-растворимых соединений.

Донные отложения, взвеси оказывают значительное влияние на СС водоемов и водотоков. Изучая роль перемешивания водных масс с донными отложениями на процесс потребления кислорода биохимически нестойкими соединениями, выявлено, что константа скорости этого процесса здесь возрастает в 4,2 раза по сравнению с опытами в статическом режиме (Гарасевич И.Г. и др., 1975). Микроорганизмы, живущие в илах, способны разлагать многие органические соединения или потреблять различные ионы веществ. Так, в мелководных (3,5...4,0 м) прудах Ростовской области специальными исследованиями выявлено значительное превышение содержания летучих (ЛОВ) и растворенных органических веществ (РОВ) в иловых вытяжках по сравнению с содержанием их в воде (Гамбиева Н.С., Семенов А.Д., 1987). Образование ЛОВ в илах происходит в основном в результате разложения высокополимерных ОВ микроорганизмами, а также за счет процессов хемосинтеза. Параллельно с образованием ЛОВ в илах наблюдаются и процессы их потребления различными микроорганизмами, что включает новые циклы биохимических превращений.

Изучение превращений некоторых нефтепродуктов в природных водах и стерильных условиях позволило установить, что разрушение тридекана при начальных концентрациях 1,2 и 2,6 мг/л практически заканчивается, соответственно, на вторые и пятнадцатые сутки опыта (Спonti Е.А. и др., 1989). При увеличении содержания исходного вещества до 4,9 мг/л в течение 15 суток разрушалось около 85 % токсиканта. Скорость окисления тридекана в естественных условиях составляла 0,55 ... 0,70 мг/сут, в то время как в стерильных условиях она не превышала 0,03 мг/сут. Эти цифры свидетельствуют о преобладающей роли биохимического фактора в снижении концентрации тридекана в природной воде.

Дизельные и авиационные масла обладают высокой стабильностью, в течение 50 суток опытов их концентрация в природной воде оставалась практически неизменной. Скорость окисления дизельного топлива при исходной концентрации 3,4 мг/л в среднем составляла 0,13 мг/сут.

Лабораторные исследования, проводимые в ГХИ по вопросу трансформации лигносульфонатов в природных водах, позволили установить наличие зависимости скорости их биохимической деструкции от присутствия

донных отложений (Хван Л.А., Каплин В.Т. и др., 1979) Авторы доказали факт сорбции лигносульфонатов донными осадками и взвешенными веществами.

Изучая роль сорбционных процессов в снижении концентрации СПАВ в природных водах, В.В. Шлычкова и др. выявили, что при отсутствии донных отложений, как правило, идет торможение превращения веществ на начальном этапе (0,5...2 суток), связанном с периодом адаптации микроорганизмов к веществу. В присутствии донных отложений в первой половине суток происходит резкое снижение концентрации СПАВ в воде за счет процессов сорбции.

Благодаря разбавлению и биохимическим процессам системы «вода – дно» состав воды водохранилищ (на примере Волгоградского) достигает фоновых (химических и биологических) показателей и отсутствие дефицита кислорода на расстоянии 10 км от сброса стоков. Все это позволило констатировать факт активного процесса самоочищения водоема (Бухаркина М.Г. и др., 1985).

Микроорганизмы донных отложений водоемов и водотоков способны производить детоксикацию даже почвенных гербицидов (пропанид, стам Ф-34, суркопур) [7]. Малопроточные водоемы (озера, водохранилища, пруды) имеют относительно устойчивый уровень воды и незначительные сезонные течения по сравнению с реками, обусловленные режимом работы водохранилища или ветровыми нагонами. Концентрация загрязняющих веществ на отдельных участках малопроточных водоемов, направление и скорость процессов самоочищения обуславливаются в основном действием ветра, аэрацией воды, изменениями температуры, характером русловых процессов. Процессы самоочищения при этом будут определяться преимущественно или физическими и химическими факторами (в условиях горного, расчлененного рельефа), или развитием фито-, зоо- и бактериопланктона (озера, пруды). Если в водоем будет поступать слишком много загрязненных сточных вод, то процесс самоочищения сильно затормозится или совсем прекратится. В летний период, когда создаются наиболее благоприятные условия для жизнедеятельности живых организмов, водоем самостоятельно способен переработать большие количества токсикантов (Верниченко А.А., 1975., Patrick F.M., Loutit M.W., 1978., Friant S.L., 1979., Никаноров А.М. и др., 1985., Жулидов А.В. и др., 1991., Посохов Е.В., 1980).

Зимой при низкой температуре воды рост и активность микроорганизмов уменьшается. К тому же в этот период, образующийся лед ограничи-

вадет проникновение кислорода и света, ослабляется фотосинтез и процесс самоочищения водных масс замедляется. Самоочищение водных объектов от консервативных веществ (например, хлориды, сульфаты, натрий, кальций и др.) обуславливается только разбавлением сточной жидкости природной водой, а неконсервативных (например, многие органические вещества) – как разбавлением, так и различными процессами превращения веществ. При загрязнении и самоочищении природных вод изменяются физические свойства и химический состав из-за протекания следующих главных физико-химических процессов: окисление – восстановление; реакций полимеризации и поликонденсации; образования коллоидных растворов; процессов сорбции и десорбции; катионного обмена; образования труднорастворимых соединений; процессов выделения из воды газов и легколетучих соединений; образования комплексных соединений.

На самоочищающую способность природных вод оказывают влияние многие факторы, главными из которых являются гидрологический режим, количество взвешенных веществ, значения  $pH$ , температура воды, донные отложения и продукты разложения растительности.

Остановимся на последнем факторе более подробно. Поступление органических и взаимосвязанных с ними биогенных веществ в водоем или водоток происходит, прежде всего, из почв и донных отложений при разложении древесной и кустарниковой растительности, высшей водной растительности, наземных растений водосборного бассейна, фитопланктона, а также с атмосферными осадками, при береговой эрозии и другие факторы. Оценить влияние этих факторов на гидрохимический режим и качество воды зачастую весьма затруднительно, но крайне необходимо не только для познания и развития процессов, но и для их моделирования и прогнозирования указанных компонентов в проектируемых и действующих водоемах и водотоках.

В настоящее время накоплена определенная информация о скорости процесса разложения отдельных видов высшей водной растительности в озерах и водохранилищах России и Украины. В Казахстане для условий Канала Ертис-Караганда им. К. Сатпаева такие работы были впервые проведены в КазНИИРХ под руководством профессора Н.А. Амиргалиева [1]. В результате многолетних наблюдений и длительных лабораторных опытов была изучена самоочищающая способность водных масс канала и его водохранилищ (1980-1986 гг.). Выявлено, что в канале и его водохранилищах за счет деструкции и минерализации водной растительности и фитопланктона ежегод-

но образуется, соответственно, 1079 и 33 т органического углерода, 329 и 49 т минерального азота и фосфора.

Исследуемый регион характеризуется тем, что в водные объекты ЭТЭК, в том числе и в аванкамеры насосных станций (НС) ветрами заносится степное растение перекати-поле, которое оседает на дно и подвергается разложению в течение более года. Опыты показали, что за счет деструкции только этого растения, ежегодно вносимого в количестве около 3,0 тыс. т, в канал попадает 119 т  $C_{орг}$ , 6,9 т минерального азота и фосфора. В районах НС удаляется около 10 % попавших растений, остальное количество деструктурируется. Распад легкоокисляющейся части ОВ на участке головного транзита канала в летнее время заканчивается в среднем за 6 суток, осенью, при меньших значениях температуры (12-16 °С) – за 10-12 суток. Это дало основание исследователям констатировать факт достаточно высокой самоочищающей способности водных масс канала [1]. Полученные данные вносят ценный вклад в теорию и практику протекания гидробиологических, гидрохимических процессов и самоочищения природных вод аридных областей.

На основании многолетних лабораторных работ по исследованию поглощающей способности природных и химически чистых веществ, а также по влиянию сорбции на самоочищающую способность водных масс водоемов аридных зон, нами получены весьма интересные результаты. Такие сорбенты, как химически чистые вещества, природные минералы цеолиты и силикагель по способности поглощать ионы  $Mn^{2+}$  с концентрацией от 50 до 500 мкг/л в растворах (водоемах) сульфатного типа (например, оз. Балхаш) и хлоридного типа (например, Арал) можно расположить в следующий ряд по средней величине сорбционной обменной емкости (СОЕ), представленной в табл. 2.

Благодаря процессам сорбции и ионного обмена, будет происходить самоочищение водоема от ионов  $Mn^{2+}$ . При их концентрации от 50 до 500 мкг/л без последующего поступления, с помощью карбонатов кальция и магния, сульфата кальция и гидроксида алюминия водные массы сульфатного типа очистятся до ПДК на 50...95 % в течение месяца [2]; за счет гидроксида железа очищение будет идти – на 12...98 % спустя месяц; с помощью силикагеля, силиката магния и ортофосфата кальция, соответственно, на 48...100 %, 28...100 % и 48...88 % через 15 суток. При концентрации ионов  $Mn^{2+}$  от 5 до 120 мкг/л силикаты кальция и магния полностью очистят водные массы в течение месяца. Алумосиликаты, содержащиеся в цеолите, способны погло-



тить от 75 до 100 % ионов  $Mn^{2+}$  в воде с его концентрацией от 50 до 530 мкг/л за 16...28 суток.

Таблица 2

СОЕ различных сорбентов, ммоль – экв/г $\times 10^{-3}$

Сорбент	$SiO_2$ х.ч.	$Al(OH)_3$	$Ca_3(PO_4)_2$	$CaCO_3$	$MgCO_3$	$CaSO_4$	$Fe(OH)_3$	$MgSiO_3$	$SiO_2$ техн.	$CaSiO_3$
Сульфатный тип природных вод										
СОЕ	4,65	4,36	4,12	3,99	3,96	3,52	3,36	3,27	2,41	0,73
Хлоридный тип природных вод										
СОЕ	5,15	4,88	-	3,89	4,04	2,84	3,41	-	2,37	-

Кроме того, водоемы сульфатного типа быстрее будут очищаться от ионов  $Mn^{2+}$ , чем водоемы хлоридного типа, когда в сорбции будут участвовать все изученные сорбенты, кроме гидроксида алюминия. Степень поглощения ионов  $Mn^{2+}$  для  $Al(OH)_3$  в водах, имеющих преобладающие хлоридные ионы, больше на 6...15 %, чем в водах сульфатного типа.

Максимальное поглощение ионов  $Mn^{2+}$  сорбентами происходит при оптимальном его содержании в растворе. Так, для  $CaCO_3$  оно составляет 5...100;  $MgCO_3$  – 150...300;  $MgSiO_3$  – 80...120;  $SiO_2$  прир. – 60...120;  $CaSO_4$  – 50;  $CaSiO_3$  – 30;  $Al(OH)_3$  – 5...10 мкг/л. Такое содержание свойственно водам оз. Балхаш, что определяет уникальные свойства этого природного объекта. Здесь осадок солей и опреснение воды происходит при относительно низких значениях минерализации (от 1 до 5 г/л). Если академик Л.С. Берг называл оз. Балхаш «географическим парадоксом», то профессор А.А. Турсунов убежден, что «озера – опреснительные фабрики региона».

Донные отложения оз. Балхаш и глина также являются поглотителями ионов металлов. Так, процесс поглощения ионов  $Mn^{2+}$  глиной в основном протекает в течение первых трех часов контакта, в то время как сорбция его илами продолжается до 10...15 суток. Донные отложения лучше всего поглощают кадмий (90 %), затем цинк (86 %) и медь (78 %).

В динамическом режиме лучшие сорбционные свойства проявляются у цеолита (СОЕ =  $1,02 \times 10^{-3}$ ), затем  $Fe(OH)_3$  ( $0,28 \times 10^{-3}$ ) и – ( $0,10 \times 10^{-3}$  ммоль-экв/г) в диапазоне концентраций ионов  $Mn^{2+}$  от 5,0 до 100 мкг/л.

Представляет интерес рассчитать массу ионов  $Mn^{2+}$ ,  $Cu^{+2}$  и  $Zn^{+2}$  и фосфат-ионов, соосаждающихся с карбонатом кальция из воды оз. Балхаш (с

1 по 8 гидрохимический районы) и карбонатом магния (только в 8 районе озера, табл. 3, 4).

Этот расчет произведен на основании собственных результатов по кинетике сорбции и средней концентрации этих компонентов, а также данных по объему воды каждого гидрохимического района оз. Балхаш [8, 9].

Таблица 3

Концентрация ионов марганца, меди, цинка и фосфатов в воде оз. Балхаш в 1985 г., мкг/л

Концентрация ионов	Гидрохимический район							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$Mn^{2+}$	62	45	42	50	62	79	70	82
$Cu^{2+}$	0,65	1,5	0,8	5,0	3,7	4,7	6,5	3,5
$Zn^{2+}$	33,4	30,7	38,5	39,8	41,3	51,4	50,2	39,0
$PO_4^{3-}$	40,0	30,0	20,0	20,0	60,0	40,0	20,0	30,0

Установлено, что из воды Западного Балхаша вместе с  $CaCO_3$  осаждаются в виде соответствующих карбонатов 30,5 т  $Mn^{2+}$ , 5,4 т  $Zn^{2+}$ , 0,44 т  $Cu^{2+}$  и 8,5 т  $PO_4^{3-}$ ; из воды Восточного Балхаша, соответственно 34,3; 6,9; 1,4 и 3,7 т. В водах 8 гидрохимического района происходит соосаждение этих компонентов с  $MgCO_3$ , соответственно, 20,6; 5,3; 0,42 и 9 т.

Таблица 4

Масса ионов марганца, меди, цинка и фосфатов, выпадающая в осадок в виде соответствующих карбонатов из воды оз. Балхаш, т

Масса	Гидрохимический район								Все-го	
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Медь	0,08	0,27	0,06	0,03	0,73	0,07	0,23	0,42	0,37	1,84
Цинк	1,3	1,8	1,4	0,9	3,7	0,4	0,9	5,3	1,9	12,3
Марганец	9,9	12,2	4,6	3,8	16,4	1,7	3,6	20,6	12,6	64,8
Фосфаты	3,0	3,8	1,0	0,7	0,7	0,3	0,5	9,0	2,2	12,2
Карбонаты, т×10 <sup>6</sup>	0,68	1,04	0,46	0,28	1,13	0,08	0,20	0,60		4,47

Ранее отмечалось, что карбонатные соли выпадают в осадок и при замораживании озерной воды. При этом некоторые компоненты химического состава могут соосаждаться с ними и в зимнее время. Учитывая экспериментальные данные по гидрохимии и гидрологии водоема, рассчитали массу ионов марганца, меди, цинка и фосфатов, хемосорбирующихся на карбонатах кальция и магния. Оказалось, что за ледоставный период может осесть с карбонатами около 11 т марганца, более 115 т фосфатных ионов, более 1 т меди и 0,3 т цинка в виде соответствующих карбонатных солей для катионов и кальциевых и магниевых солей для ортофосфатного иона (табл. 5, 6).

Таблица 5

Концентрация ионов марганца, меди, цинка и фосфатов в воде оз. Балхаш в 1987 г., мкг/л

Концентрация ионов	Гидрохимический район							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$Mn^{2+}$	23	17	17	20	17	38	72	74
$Cu^{2+}$	10,0	9,5	8,0	17,3	11,0	10,0	8,0	9,5
$Zn^{2+}$	11,0	12,5	12,0	14,2	18,0	17,0	9,0	14,0
$PO_4^{3-}$	21,0	33,0	37,3	29,0	32,7	32,3	43,5	52,0

Проведенные исследования позволяют заключить, что благодаря интенсивному выпадению карбонатов кальция и магния и соосаждающихся с ними ионами металлов и неметаллов вода оз. Балхаш очищается от металлов (*Mn*, *Cu*, *Zn*) и фосфатных соединений, которые накапливаются в илах и донных отложениях. Однако, за счет интенсивного перемешивания воды, действия солнечной радиации и хорошей прогреваемости возможен обратный переход этих металлов из ила в воду.

Такие процессы протекают в водоеме непрерывно в течение его жизнедеятельности. Наши лабораторные исследования ещё раз подтверждают гипотезу о механизме «самосохранения», когда оз. Балхаш освобождается от «излишков» карбонатных солей щелочно-земельных металлов.

Масса ионов марганца, меди, цинка и фосфата, соосаждающаяся с карбонатами кальция и магния в виде соответствующих карбонатов за счет вымораживания воды оз. Балхаш (1987 г.), т

Масса	Гидрохимический район								Все- го	
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Медь	0,095	0,089	0,081	0,142	0,154	0,054	0,104	0,15	0,18	0,87
Цинк	0,012	0,013	0,014	0,009	0,050	0,017	0,013	0,03	0,15	0,16
Марганец								2,78		7,41
Фосфаты	0,50	0,37	0,39	0,26	0,54	0,43	2,14	3,38	11,13	63,48
Карбонаты, т×10 <sup>3</sup>	5,04	7,59	8,58	6,55	7,42	7,30	9,87	52,0		52,0
	54,5	54,0	57,7	32,0	78,9	28,6	74,2	93,8		474

Таким образом, природные воды обладают одним из уникальных свойств – способностью к самоочищению водных масс. Причем, в водоемах и водотоках аридных зон эти процессы усиливаются за счет их мелководности, интенсивного перемешивания воды, способствующих взмучиванию, насыщению кислородом и коллоидно – взвешенными веществами, прогреваемости и активному воздействию солнечной радиации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амиргалиев Н.А. Искусственные водные объекты Северного и Центрального Казахстана (гидрохимия и качество воды). - Алматы: НИЦ «Бастау», 1998. – 191 с.
2. Беспмятнов Г.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. – Л.: Химия, 1985.- 528 с.
3. Ежегодник качества поверхностных вод и эффективности проведенных водоохранных мероприятий по территории КазССР. Алматы, 1986-2002 гг.
4. Кореновская И.М., Клименко О.А., Фадеев В.В. Коэффициенты скорости самоочищения рек для долгосрочного прогнозирования качества воды //Матер. 28 Всес. гидрохим. совещ. - Л.: Гидрометеомздат, 1987.- Ч. 1. - С. 79-80.

5. Крученко С.С. Солеобразование, распределение микрокомпонентов в карбонатно-сульфатных системах и природных водах: автореф. ... канд. хим. наук. - Алматы, 1993.- 18 с.
6. Мун А.И., Бектуров А.Б. Распределение микроэлементов в водоемах Казахстана. – Алма-Ата: Изд-во «Наука», 1971. – 290 с.
7. Никаноров А.М., Жулидов А.В., Емец В.М. Тяжелые металлы в организмах ветлендов России. - СПб.: Гидрометеиздат, 1993. - 295 с.
8. Современное экологическое состояние бассейна оз.Балхаш /Под ред. Т.К. Кудекова. - Алматы: Изд-во «Каганат», 2002. – 388 с.
9. Чистяева С.П. Водохозяйственный расчет уровня и минерализации воды оз.Балхаш: дисс. ... канд. техн. наук. - Алма-Ата: КазНИИ-госкомгидромет.- 1981.- 187 с.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби  
Институт географии МОН РК

### **СУАРЫЛАТЫН АЙМАҚТЫҢ ТАБИҒИ СУЛАРЫНЫҢ ӨЗДІГІНЕН ТАЗАРУЫ ЖӘНЕ ТАЗАРУ ҚАБІЛЕТТІЛІГІ**

Техн. ғылымд. докт.	А.А. Тұрсынов
Геогр. ғылымд. канд.	С.М. Романова

*Қазақстанның ағынды суларының және су қоймаларының суларының өздігінен тазаруы және тазару қабілеттілігі туралы автор әдеби шолу жұмыстарын жасаған және бірнеше жылғы жүйелі зерттеулер нәтижелері берілген. Суарылатын су қоймасы мысалы ретінде Балқашты ала отырып судың марганец, мыс, мырыш және фосфор қосылыстарынан өздігінен тазаруында сорбциялық процестің ролі көрсетілген.*