

ОЦЕНКА ХИМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ АНАЛИЗА ВОД И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Ларина Н.С., Шелпакова Н.А., Ларин С.И.,
Дунаева А.П.

Тюменский государственный университет
Тюмень, Россия

Озера Тоболо-Ишимской лесостепи постановлением правительства РФ от 13.09.1994 г. объявлены особо ценными водно-болотными угодьями и внесены в список Рамсарской конвенции. Поэтому изучение их генезиса, современного состояния и динамики развития представляется достаточно важным аспектом. В процессе данного исследования дана химико-

экологическая оценка качества вод и донных отложений двух групп водоемов лесостепного Приишмья, расположенных в пределах водораздельной части правобережья реки Ишим. Первую (I) группу (пресные воды) составляют озера Савино, Тарабарино, Станичное, Калмацкое и Безымянное; вторую (II) (сильносолоноватые воды) – озера Глубокое, Щербаково и Могильное.

Для классификации вод исследуемых озер по химическому составу в них было определено содержание главных ионов. Преобладающими ионами в водах являются ионы натрия и калия, а также хлорид-ионы, т.е. воды данных озер относятся к хлоридно-натриевой группе (табл.1). При кластерном анализе по макрокомпонентам вод двух групп озер, выяснили, что макросостав вод зависит от географического положения озер.

Таблица 1. Характеристика вод по химическому составу.

Название озера	Характеристика вод			Хф/х	Класс	Хэвт	Класс
	класс	группа	тип				
Савино	хлоридный	натриевая	I	11,0 24,4	II III	13,0 21,0	III IV
Тарабарино	хлоридный	натриевая	I	6,03 9,68	II II	14,0 49,0	III V
Станичное	хлоридный	натриевая	I	6,11 9,13	II II	0,67 2,33	II II
Калмацкое	хлоридный	натриевая	I	11,2 13,7	II II	14,0 20,0	III IV
Безымянное	хлоридный	натриевая	I	6,19 14,7	II II	3,33 10,6	II III
Глубокое	хлоридный	натриевая	III	20,4 28,0	III III	3,33 10,6	II III
Щербаково	хлоридный	натриевая	III	44,3 39,1	IV IV	155 171	VI VI
Могильное	хлоридный	натриевая	III	20,4 15,8	III III	16,1 21,0	IV IV

Примечание: в числителе – в поверхностном слое, в знаменателе – в придонном слое. Классы: I - чистая, II – удовлетворительной чистоты, III – умеренно загрязненная, IV – сильно загрязненная, V – весьма грязная, VI – предельно грязная. Хф/х – физико-химический индекс загрязнения; Хэвт – индекс эвтрофирования вод.

Классификация по эколого-санитарным показателям представляет собой сумму гидрофизических и гидрохимических показателей качества вод. По содержанию различных форм азота (аммонийного, нитратного, нитритного) качество вод исследуемых озер сильно варьировалось от «чистой» до «предельно грязной». Основной вклад в загрязнение водоемов вносят нитрат-ионы. По содержанию минерального фосфора судили о трофности водоемов: к мезотрофным относятся озера Безымянное и Глубокое; озера Тарабарино, Щербаково, Калмацкое, Савино и Могильное являются эвтрофными и озеро Станичное олиготрофным.

Дана оценка санитарно-гигиенических норм и рыбохозяйственных норм водопользования на основе стандартов предельно допустимых концентраций (ПДК) химических веществ. Во всех озерах перманганатная окисляемость пре-

вышает как рыбохозяйственные, так и санитарно-гигиенические нормы водопользования. Показатели жесткости в озерах II группы превышены в 2-4 раза. Во всех озерах I группы (кроме оз. Станичное) содержание хлорид и сульфат-ионов не превышает норму. Концентрация различных форм азота ниже предельно допустимой в исследуемых озерах обеих групп.

Оценка качества воды по экологотоксикологическим показателям, основанная на определении уровня токсического загрязнения вод тяжелыми металлами, дала представление о потенциальной токсичности водных масс (уровень токсического загрязнения). По содержанию цинка воды озер обеих групп можно отнести к чистым. Содержание марганца превышает норму лишь в придонном слое озер Савино и Безымянное (I группа). Кадмием загрязнены озера I группы (кроме оз. Тарабарино), причем его содержа-

ние в поверхностном слое воды выше, чем в придонном. В озерах II группы кадмий обнаружен в незначительных количествах. Во всех озерах были обнаружены медь, железо и свинец, в количествах, во много раз превышающих значения ПДК для этих металлов. Содержание этих металлов в поверхностном и придонном слоях изменяется незначительно.

Определение химического состава природных вод, не может быть осуществлено без учета степени загрязненности донных отложений. Во всех исследуемых озерах потери при прокаливании не превышает 6%, что свидетельствует о невысоком содержании органического вещества. В исследуемых озерах pH находится в пределах от 7,56 до 8,14, а электропроводность - от 735 до 8570 мкСм/см, что связано с различной минерализацией озер.

Металлы являются наиболее активными компонентами природных вод, их химическая и биологическая активность, а также степень токсичности определяются не столько валовыми концентрациями, сколько физико-химическим состоянием в водной среде. Доля подвижных форм меди и цинка для большинства исследованных озер составляет соответственно 10-20% и 30-40% от общего содержания металла, кроме озера Станичное, в котором доля подвижных форм и меди, и цинка составляет более 50% от общего содержания. В среднем в озерах доля подвижного свинца составляет 17-26% от общего содержания. В трех из восьми исследованных озер доля подвижных форм свинца ниже (оз. Могильное) и выше (оз. Безымянное и Щербаково) среднего значения по озерам. По содержанию подвижного кадмия все исследованные озера условно можно разделить на 3 группы: 1) менее 20% (оз. Безымянное, Могильное, Глубокое), 2) 25-40% (оз. Тарабарино, Станичное) и 3) более 40% (оз. Савино, Калмацкое, Щербаково). Для никеля величина, характеризующая соотношение «подвижная форма: общее содержание», невысока и для большинства озер не превышает 20%; исключением являются озера Станичное (24%) и Глубокое (33%).

Доля подвижных форм марганца от общего содержания металла достигает 60%, что говорит о высокой токсичности металлов для гидробионтов. Содержание железа в подвижной форме сильно колеблется, доля его подвижных форм составляет 15-35% относительно общего содержания металла.

В озерах Савино, Калмацкое и Щербаково доля подвижных форм металлов от их общего содержания в донных отложениях достаточно велика, что может являться причиной постоянного смещения равновесия в системе «вода – донные отложения». Для характеристики аккумулирующих свойств донных отложений водоёма рассчитывают величину, называемую коэффициентом концентрации (K_k) – отношение содержания

того или иного элемента в осадке к кларку этого элемента в данной системе. Поскольку до настоящего времени для донных отложений озера не существует рассчитанных значений кларков, то мы использовали величины кларков элементов в земной коре (по А.П.Виноградову). Величина кларка концентрации показала, что местный геохимический фон осадков характеризуется избыточными концентрациями свинца, кадмия и марганца.

Кларки концентрации марганца в большинстве исследованных озер имеют близкие значения (46-65), поэтому можно считать его фоновым для озер этого региона. Тогда превышение концентрации марганца относительно фонового значения наблюдается лишь в озерах Тарабарино и Калмацкое. Фоновое высокое содержание марганца можно объяснить геохимическими особенностями региона, а также отложением минеральной взвеси и накоплением растительных остатков наземной растительности, хорошо аккумулирующей этот элемент. Кларк концентрации свинца для большинства исследованных озер находится в пределах 3,1 ÷ 4,4, что также можно принять за фоновое для данного региона. Содержание этого металла незначительно превышает фоновое лишь в озерах Калмацкое и Могильное и значительно ниже в озере Станичное. Накопление кадмия ($K_k > 1$) может быть обусловлено значительным поступлением этого элемента с водосборной площади, а также может быть связано с его аккумуляцией некоторыми видами фитопланктона. По концентрированию кадмия в донных отложениях исследованные озера можно условно разделить на 2 группы: 1) Савино, Тарабарино, Калмацкое, Безымянное – $K_k = 28 \div 35$; 2) Станичное, Глубокое, Щербаково, Могильное – $K_k = 15 \div 23$. Т.е. в солоноватых озерах степень концентрирования этого металла приблизительно в 2 раза меньше, чем в пресных. Исключение составляет озеро Станичное, которое относится к пресным. Концентрирование меди, цинка, никеля и железа не наблюдается ни в одном из озер, т.е. наблюдается рассеяние элементов по сравнению с их средним содержанием в земной коре.

О направленности процесса обмена тяжёлыми металлами между донными отложениями и водой можно судить, прежде всего, по соотношению концентраций металлов в иловых растворах и водах, контактирующих с донными отложениями. Поскольку содержание металлов в воде и донных отложениях выражается различными способами, то характеристика существующих соотношений в абсолютных величинах невозможна. Расчет коэффициентов концентрации для поверхностной и придонной воды и донных отложений позволяет использовать относительные единицы измерения.

Все исследованные озера по характеру соотношения K_k в поверхностной и придонной воде можно разделить на 2 группы: 1 – K_k по-

верхностного слоя \geq КК придонного слоя воды (Савино, Тарабарино, Станичное, Глубокое); 2 – КК поверхностного слоя $<$ КК придонного слоя воды (Калмацкое, Безымянное, Щербаково, Могильное).

Кроме того, донные отложения озер первой группы содержат относительно небольшой процент подвижной формы свинца (около 20%), а озера второй группы, за исключением озера Могильное, содержат почти в 2 раза больше подвижной формы этого металла (около 40%). Такое распределение металлов в водоемах говорит о различии механизмов миграции металлов в группах в водной толще и в донных отложениях. В первой группе вероятнее всего преобладает процесс самоочищения озер за счет седиментационных процессов, а во второй группе наиболее вероятен переход тяжелых металлов из донных отложений в придонный слой. Этот переход может осуществляться, как за счет взмучивания донных отложений, так и за счет процессов растворения и десорбции ранее накопленных в донных отложениях металла.

По распределению кадмия в водной толще все озера также можно разделить на 2 группы: 1 – КК поверхностного слоя \approx КК придонного слоя воды (Тарабарино, Глубокое, Щербаково, Могильное); 2 – КК поверхностного слоя $>$ КК придонного слоя воды (Савино, Станичное, Калмацкое, Безымянное). В этом случае корреляция с подвижными формами металла отсутствует, но обращает внимание, что в первую группу входят в основном солоноватые озера (за исключ. Оз. Тарабарино), что возможно приводит к быстрому самоочищению водоемов.

Марганец активно сорбируется донными отложениями из водной толщи, поскольку его концентрация в воде значительно ниже, чем в донных отложениях (кроме озер Савино и Безымянное). Понижение концентрации ионов марганца в природных водах может происходить в результате окисления Mn (II) до MnO₂ и других высоковалентных оксидов и гидроксидов, выпадающих в осадок. Полученные данные свидетельствуют о том, что донные отложения не могут являться вторичным источником загрязнения вод марганцем.

Концентрация железа в придонном слое воды значительно выше концентрации в поверхностном слое в озерах Глубокое, Савино и Тарабарино. В остальных озерах содержание металла в придонном и поверхностном слое соизмеримо. Вследствие подвижности железа, его накопления в донных отложениях не наблюдается ни в одном из исследуемых озер. Следовательно, донные отложения могут являться вторичным источником загрязнения вод этим металлом.

Значение коэффициентов концентрации цинка, как для поверхностного слоя воды, так и для донных отложений не превышает единицу, поэтому можно сделать вывод, что накопление

цинка в донных отложениях не происходит. Соизмеримые коэффициенты концентрирования металла в водной толще и в отложениях говорит о постоянном смещении равновесия в системе «вода – донные отложения».

Накопления меди в донных отложениях не наблюдается ни в одном из исследуемых озер вследствие ее подвижности. Загрязнение медью всех озер (кроме оз. Савино, Калмацкое и Щербаково) носит исключительно поверхностный характер, что может свидетельствовать об антропогенном поступлении этого металла в воды с атмосферными осадками или с водосборной площади.

В водах всех исследованных озер концентрация меди, свинца и железа в несколько раз превышает значения ПДК для этих элементов. Кадмием загрязнены лишь озера I группы (кроме оз. Тарабарино). По содержанию цинка и марганца воды всех озер можно отнести к чистым, кроме озер Савино и Безымянное, в которых содержание марганца превышает норму. Индексы токсического загрязнения достаточно высоки во всех озерах, что доказывает необходимость принятия мер по очистке водной толщи от тяжелых металлов. Доля подвижных форм тяжелых металлов от их общего содержания в донных отложениях достаточно велика (особенно в озерах Савино, Калмацкое, Щербаково), что увеличивает их реальную токсичность.

Применение коэффициентов концентрации позволяет оценить степень концентрирования металлов в донных отложениях. В донных отложениях всех исследованных озер происходит концентрирование свинца, кадмия и марганца и рассеяние меди, цинка, никеля и железа.

МОНИТОРИНГ ПОЧВ ТЕРРИТОРИИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Мусихина Е.А., Головнева Т.И.

Иркутский государственный технический

университет

Иркутск, Россия

Эффективное функционирование всей системы природоохранной деятельности невозможно без использования геоинформационных систем. Действующие на территории Иркутской области геоинформационные системы (ГИС), такие как «Байкал» (охватывает всю водосборную площадь озера Байкал) и «Иркутская область» (состоит из ресурсного и экологического блоков), позволяют решать ряд насущных экологических задач. В экологическом блоке ГИС «Иркутская область» разработана методика создания различных карт заболеваемости населения по районам, загрязнения атмосферного воздуха, поверхностных вод и почв выбросами токсикантов и сбросами их со сточными водами. На основе данных загрязнения построена комплексная