

Химический состав и качество болотных вод в бассейне реки Чая

Ю. А. ХАРАНЖЕВСКАЯ, Е. С. ВОИСТИНОВА, Е. С. ИВАНОВА

ГНУ Сибирский НИИ сельского хозяйства и торфа Россельхозакадемии
634050, Томск, ул. Гагарина, 3
E-mail: kharan@yandex.ru

АННОТАЦИЯ

Представлены результаты анализа химического состава и оценки качества болотных вод на территории речного бассейна в пределах южно-таежной подзоны Западной Сибири. Отмечено, что особенности состава болотных вод с точки зрения принятых норм предельно допустимых концентраций позволяют характеризовать их как несомненно загрязненные. Однако отмеченные высокие концентрации некоторых компонентов в первую очередь вызваны природными процессами, протекающими в торфяной залежи, а не техногенным загрязнением.

Ключевые слова: болотные воды, природные условия, качество вод, химический состав, органические вещества, водопользование.

Таежная зона Западной Сибири характеризуется широким распространением болотных ландшафтов, что во многом определяет специфику геоэкологической обстановки в регионе. Проблема оценки качества вод заболоченных территорий встает особенно остро в связи с определяющим влиянием болот на прилегающие территории и на речной сток в целом. Как показывают исследования, представленные в работе [1], влияние болот на гидрохимический сток рек выражается в уменьшении ионного стока и увеличении стока органических веществ, понижении рН воды и увеличении концентрации железа. В настоящее время проведен комплекс исследований антропогенных изменений химического состава болотных вод [2–4], однако вопрос комплексной оценки экологического состояния заболоченных

территорий до сих пор не решен. Поэтому цель данной работы – изучение химического состава и оценка качества болотных вод в левобережье Оби. Задача исследования – оценить качество болотных вод в сравнении с установленными нормами предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Химический состав и качество болотных вод исследовали в бассейне р. Чая, левого притока р. Оби, который представляет собой характерный участок южно-таежной подзоны Западной Сибири (рис. 1). Указанная территория крайне мало населена и освоена в хозяйственном отношении, отличается высокой заболоченностью и широким распространением верховых болот.

Отбор проб проводили в 2006–2009 гг. с периодичностью 1 раз в месяц с марта по

Харанжевская Юлия Александровна
Воистинова Елена Сергеевна
Иванова Екатерина Сергеевна

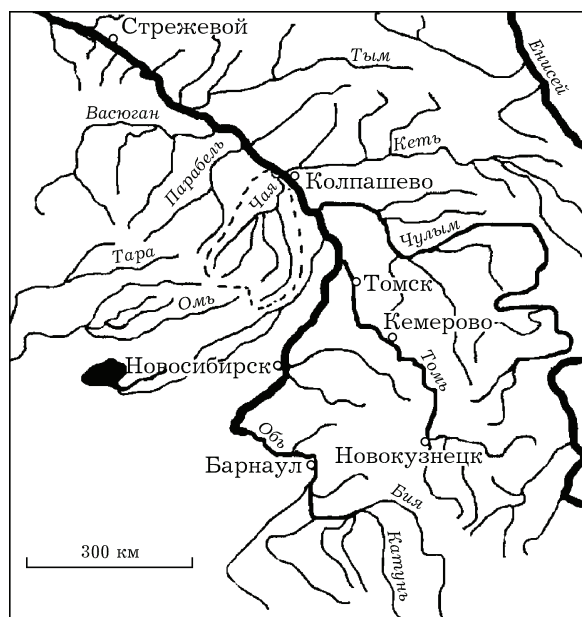


Рис. 1. Схема расположения бассейна р. Ча́я

сентябрь в пределах биогеоценозов верхового, переходного и низинного типа. Для отбора проб с помощью торфяного бура в каждом биогеоценозе создавали по одной скважине глубиной около 1 м. Пробы отбирали с глубины 30–50 см в специально подготовленную стеклянную и пластмассовую посуду. Отбор осуществлялся с помощью одноразовых пробоотборников (пластмассовых емкостей объемом 1 л), исключающих загрязнение проб, в соответствии с рекомендациями работы [5].

Сразу после отбора определяли температуру воды и pH, неустойчивые компоненты (CO_2 , HCO_3^-), проводили консервацию проб для определения $\text{Fe}_{\text{общ}}$, NO_3^- в соответствии с работой [6]. Консервация проб для определения нитрат-ионов осуществлялась добавлением 2 мл хлороформа, для определения железа общего раствор подкисляли до pH менее 2. Величина pH измерялась с помощью полевого прибора pH-200 американской фирмы NM Digital. Определение гидрокарбонат-ионов проводилось титрованием проб соляной кислотой в присутствии индикатора (метилового оранжевого), растворенного углекислого газа – титрованием проб NaOH в присутствии сегнетовой соли и индикатора фенолфталеина [6].

Химический анализ макрокомпонентного состава болотных вод выполнялся по обще-

принятым методикам в лаборатории торфа и экологии СибНИИСХиТ. Определение сульфатов проводилось турбодиметрическим методом [7]. Колориметрическим методом проводился анализ $\text{Fe}_{\text{общ}}$ с сульфосалициловой кислотой [8], NO_3^- – с использованием сульфосалицилового натрия [9], NO_2^- – реактива Грисса [10], NH_4^+ – реактива Несслера [11]. Определение общей жесткости и ионов кальция, магния выполнено с использованием комплексометрического метода [12]. Содержание хлоридов определялось меркуриметрическим методом в присутствии индикатора дифенилкарбазона [13]. Определение концентрации ионов калия и натрия проводилось методом пламенной фотометрии [14]. Для характеристики общего содержания химических элементов определяли плотный остаток болотных вод. Плотный остаток определяли выпариванием проб воды с последующим удалением органических соединений при прокаливании в муфельной печи [15]. Концентрацию гуминовых (ГК) и фульвокислот (ФК) определяли методом Ю. Ю. Лурье [16]. Тяжелые металлы и нефтепродукты, фенолы и анионные поверхностно-активные вещества (АПАВ), фосфаты определяли в лаборатории Томской специализированной инспекции государственного экологического контроля и анализа при ОГУ “Облкомприрода”¹. Марганец, цинк и медь определяли методом инверсионной вольтамперометрии [17], свинец и кадмий – методом атомно-абсорбционной спектроскопии [18]. Определение фенолов летучих проводилось экстракционно-фотометрическим методом после отгонки с паром [19]. Нефтепродукты и АПАВ определяли на анализаторе жидкости “Флюорат” [20, 21], фосфаты – фотометрическим методом с восстановлением аскорбиновой кислотой [22].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Общее содержание химических элементов определяется условиями их поступления на поверхность болота в результате выпадения атмосферных осадков, со стоком в толще

¹Выполнено в рамках комплексного проекта по экологической оценке памятников природы Томской области ГК № 176-ОГУ от 07.07.2009 г.

торфяной залежи, а также в результате биохимических реакций. Содержание химических элементов в атмосферных осадках, согласно нашим исследованиям [23–25], незначительно – около 10–15 мг/л. Поэтому определяющим фактором в формировании содержания элементов являются процессы, происходящие в торфяной залежи.

Именно специфические условия формирования химического состава болотных вод определяют его особенности. Анализ данных химического состава болотных вод показал, что формирование его происходит под воздействием комплекса факторов окружающей среды, причем в каждом регионе специфически, отражая региональные особенности того или иного участка земной поверхности. Основными факторами формирования химического состава болотных вод кроме геологии являются климат, геоморфология и рельеф, почвы, на которых образовалось болото, а также наличие выклинивания подземных вод, обладающих высокой минерализацией. Основным механизмом формирования химического состава болотных вод являются реакции окисления – восстановления, интенсивность которых характеризуется окислительно-восстановительным потенциалом. Химический состав болотных вод может изменяться как по отдельным торфяным болотам, так и по площади одного болота [26]. Об этом свидетельствует разнообразие растительных группировок болот, которые являются наиболее чувствительным индикатором изменения водно-минерального питания. Состав болотных вод связан также с составом растительности болота и торфяной залежи [26]. Именно наличие на территории болот различных группировок растительности требует дифференцированного подхода к оценке качества природных вод данных территорий. Так, в территориальном распределении элементов наблюдается четкая закономерность в увеличении содержания минеральных веществ от топяных центральных участков к окраинным с сосново-кустарничково-сфагновым биогеоценозом в среднем в 1,5 раза.

Рассмотрим более подробно химический состав болотных вод. Согласно проведенным нами исследованиям (см. таблицу), болотные воды характеризуются как слабокислые или

нейтральные. В химическом составе исследуемых болотных вод в основном преобладают ионы кальция, среди анионов – гидрокарбонат- или хлорид-ионы. В высоких концентрациях содержатся органические вещества. В минимальных количествах отмечаются нитрит- и фосфат-ионы. Следует отметить, что в болотных водах присутствуют такие вещества, как фенолы, нефтепродукты, анионные поверхностно-активные вещества и тяжелые металлы – свинец, медь, кадмий и т. д. Результаты химического анализа приведены в таблице.

Запах болотных вод составляет 1 балл и соответствует норме. **Цветность** поверхностных вод обусловлена присутствием гумусовых веществ и соединений трехвалентного железа. Болотные воды характеризуется высокой цветностью [26], что превышает установленные нормы для хозяйственно-бытового водопользования.

Величина pH является важным показателем качества вод, от которого зависит развитие и жизнедеятельность водных растений и организмов, устойчивость различных форм миграции элементов, интенсивность процессов трансформации органических веществ. Воды верховых болот характеризуются как слабокислые. Для низинных болот величина pH близка к нейтральной (см. таблицу).

Биогенные элементы поступают в болотные воды в результате процесса жизнедеятельности микроорганизмов или приносятся с атмосферными осадками. Содержание этих элементов является одним из основных факторов, обуславливающих качество природных вод.

Нитритный азот – неустойчивая неорганическая азотсодержащая форма, образующаяся в результате первой стадии нитрификации аммонийного азота. Содержание нитритных ионов в болотных водах незначительно и не превышает ПДК (см. таблицу).

Нитратный азот – неорганическая азотсодержащая форма, являющаяся конечным продуктом минерализации органического вещества. Содержание нитрат-ионов в болотных водах по результатам исследований (см. таблицу) находится в пределах 0,18–0,37 мг/л и соответствует нормам, установленным для рыбохозяйственного [30] и хозяйственно-бы-

Химический состав болотных вод в бассейне р. Чая, мг/л (среднее за 2006–2009 гг.)

Показатель	Биогеоценоз					ПДК ³ вод-хоз
	Верховые болота			Переходные	Низинные	
	Сосново-кустарничково-сфагновый с высокой сосной	Сосново-кустарничково-сфагновый с низкой сосной	Осоково-сфагновый (топь)	Осоковый ¹ (топь)	Березово-осоково-гипновый	
pH	4,41 ± 0,03 ⁴	3,89 ± 0,02	4,20 ± 0,04	4,12	6,24 ± 0,03	6–9 [27]
NH ₄ ⁺	7,18 ± 0,33	6,48 ± 0,34	3,67 ± 0,18	7,72	4,97 ± 0,44	1,5 [29]
K ⁺	0,67 ± 0,08	0,56 ± 0,08	0,58 ± 0,02	0,24	0,69 ± 0,03	30 [29]
Na ⁺	1,35 ± 0,12	0,92 ± 0,08	0,99 ± 0,07	0,61	4,17 ± 0,38	200 [29]
Ca ²⁺	8,36 ± 0,31	4,68 ± 0,29	4,06 ± 0,21	33,0	18,7 ± 0,13	200 [29]
Mg ²⁺	4,85 ± 0,11	2,51 ± 0,08	2,58 ± 0,11	8,14	10,8 ± 0,43	50 [29]
Fe _{общ}	2,77 ± 0,18	1,81 ± 0,11	1,19 ± 0,06	1,98	7,23 ± 0,68	0,3 [27]
Cl ⁻	10,2 ± 0,86	8,21 ± 0,82	6,65 ± 0,60	3,79	14,8 ± 1,91	350 [29]
SO ₄ ²⁻	4,31 ± 0,36	3,85 ± 0,37	3,44 ± 0,31	2,61	7,27 ± 1,03	500 [29]
HCO ₃ ⁻	16,9 ± 1,82	12,4 ± 2,92	12,0 ± 2,61	33,0	110,9 ± 4,05	Н/н ²
NO ₃ ⁻	0,37 ± 0,02	0,29 ± 0,02	0,18 ± 0,01	0,25	0,29 ± 0,01	45 [29]
CO ₂	47,7 ± 7,72	46,3 ± 2,79	29,1 ± 1,84	Не опр.	70,1 ± 2,40	Н/н
XПК	238 ± 15,6	189 ± 15,5	157 ± 14,0	286	198 ± 29,0	15 [28]
ГК	5,50 ± 0,47	4,87 ± 1,10	3,60 ± 0,20	7,54	7,29 ± 0,78	Н/н
ФК	63,3 ± 2,82	48,0 ± 1,32	38,7 ± 2,02	34,2	60,2 ± 2,14	Н/н
C _{вдр}	80,2 ± 3,64	59,9 ± 2,05	46,8 ± 2,37	57,5	85,3 ± 3,55	Н/н
Плотный остаток	30,6 ± 0,95	28,1 ± 3,53	15,7 ± 0,72	48,8	67,3 ± 3,55	1000 [28]
Запах, баллы ⁵	Не опр.	1	1	Не опр.	1	2 [27]
NO ₂	»	<0,02	<0,02	»	<0,02	3,3 [29]
Фенолы	»	0,0069	0,0078	»	0,0061	0,001 [27]
Нефтепродукты	»	0,006	0,011	»	0,007	0,3[27]
АПАВ	»	0,13	<0,025	»	Не опр.	0,1 [27]
Zn	»	0,022	0,019	»	0,037	1 [29]
Pb	»	0,0028	0,0028	»	0,0041	0,01 [29]
Cu	»	0,013	0,029	»	0,020	1 [29]
Cd	»	0,00019	0,00010	»	0,00015	0,001 [29]
Mn	»	0,036	0,099	»	1,00	0,1 [29]
Число проб	25	25	25	1	22	Н/н

Примечание. ¹ – отбор проб произведен 08.2007 г., ² – не нормируется, ³ – в соответствии с [27–29], ⁴ – в скобках приведена ошибка среднего, ⁵ – отбор проб для определения органолептических показателей, нитритов, фенолов, нефтепродуктов, АПАВ и тяжелых металлов произведен 08.2009 г.; полужирным выделены концентрации веществ, превышающие ПДК.

тового водопользования [27–29]. По результатам анализа отмечены наиболее благоприятные условия для разложения органических веществ при низких уровнях вод, что зачастую отмечается на участке сосново-кустарничково-сфагнового биогеоценоза с высокой сосной (высокий рям).

Аммоний. Присутствие аммония в поверхностных водах связано с процессами биохимического разложения белковых веществ. Поэтому для вод осушенных болот отмечается тенденция увеличения ионов аммония в связи с развитием трансформационных процессов. Концентрация ионов аммония в среднем со-

ставляет 6,0 мг/л. Как показал анализ (см. таблицу), в водах отмечается превышение ПДК по содержанию аммония, что свидетельствует о неудовлетворительном качестве вод.

Концентрация **фосфат-ионов** в природных водах зависит от соотношения интенсивности процессов фотосинтеза и биохимического окисления органических веществ. Соединения фосфора находятся в болотных водах в незначительных концентрациях – менее 0,05 мг/л. В больших концентрациях (0,15 мг/л) фосфат-ионы содержатся в водах низинных болот.

Железо в поверхностных водах находится в растворенном и коллоидном состоянии.

Растворенное железо представлено соединениями двух- и трехвалентного железа [31]. Ионы трехвалентного железа обладают наибольшей способностью к образованию комплексов с гуминовыми и фульвокислотами болотных вод. Комплексы с растворенными органическими веществами характеризуются выраженной миграционной способностью [32]. Как показали проведенные нами исследования, в болотных водах железо общее отмечается в высоких концентрациях – в среднем 3,0 мг/л (см. таблицу), в значительной степени превышающих ПДК для водопользования.

Общее содержание химических элементов болотных вод изменяется в широких пределах – от 5,16 до 110,8 мг/л. Воды верховых болот маломинерализованы, низинных – характеризуются более высокими значениями минерализации, что объясняется участием подземных и речных вод в питании болота. Основную часть всей минерализации болотных вод составляют гидрокарбонат-, сульфат- и хлорид-ионы, а также катионы кальция и магния, натрия и калия (см. таблицу).

Кальций – один из основных компонентов химического состава болотных вод. Основным источником поступления кальция в поверхностные воды являются процессы химического выветривания и растворения. В болотных водах источником кальция могут быть воды склонового стока, разлагающиеся в болоте остатки растений, атмосферные осадки, грунтовые воды, минеральные частицы, осаждающиеся осадками и привнесенные ветром. Особенностью ионов кальция в болотных водах является склонность к образованию комплексных соединений с гумусовыми кислотами [32]. Как показали исследования, абсолютное содержание ионов кальция увеличивается вместе с ростом общей минерализации болотных вод [32]. Содержание ионов кальция находится в пределах 4,06–33,0 мг/л (см. таблицу), при среднемноголетней величине 13,8 мг/л. **Магний** играет большую роль в биохимических процессах. Содержание магния в водах болотных биогеоценозов ниже, чем ионов кальция (см. таблицу). Магний закрепляется в коллоидных фракциях торфяной залежи. Содержание магния зависит от типа болота. В водах низинного болота (березово-осоково-гипновый биогеоценоз) его кон-

центрация находится в пределах 8,1–13 мг/л, а средняя за период наблюдений – 10 мг/л. Для вод болотных биогеоценозов верхового типа концентрация магния составляет, 3,31 мг/л. **Калий** является одним из основных элементов питания растений. Концентрация этого иона в болотных водах незначительна и составляет, по нашим исследованиям, в среднем 0,55 мг/л. Концентрация **натрия** в болотных водах в 1,5–2 раза превышает таковую калия (см. таблицу).

Хлориды обладают большой химической активностью, что приводит к огромному разнообразию образуемых ими соединений [32]. Из всех анионов хлориды обладают наибольшей миграционной способностью. Они хорошо растворимы, характеризуются слабовыраженной способностью к сорбции взвешенными веществами. Содержание хлоридов в среднем составляет 8,73 мг/л. В отдельные годы концентрация увеличивается до 28,1 мг/л для низинных биогеоценозов и до 13 мг/л – для верховых (см. таблицу).

Сульфаты являются одним из важнейших элементов состава природных вод, имеют хорошую подвижность, но уступают в этом хлоридам [32, 33]. Сульфат-ионы извлекаются растениями для построения белкового вещества. Содержание сульфатов в болотных водах в среднем составило 4,30 мг/л. Максимальные их величины характерны для низинных болот – 7,27 мг/л. Их содержание лимитируется присутствием в болотных водах ионов кальция, которые с SO_4 образуют малорастворимый CaSO_4 . В торфяной залежи в условиях избыточного увлажнения и недостатка кислорода формируется анаэробная среда, происходит процесс десульфурзации, сульфатные ионы становятся неустойчивыми и восстанавливаются до сероводорода [32, 33], в связи с чем в болотных водах содержание сульфат-ионов находится в меньших концентрациях в сравнении с другими природными водами. Подстилающие породы являются источником сульфатов, которые поступают в болотные воды также в процессе разложения органических веществ [32, 33]. Концентрация сульфат-иона как одного из основных показателей загрязненности природных вод не превышает ПДК (см. таблицу).

Гидрокарбонаты преобладают в анионном составе вод низинного болота. Среднее

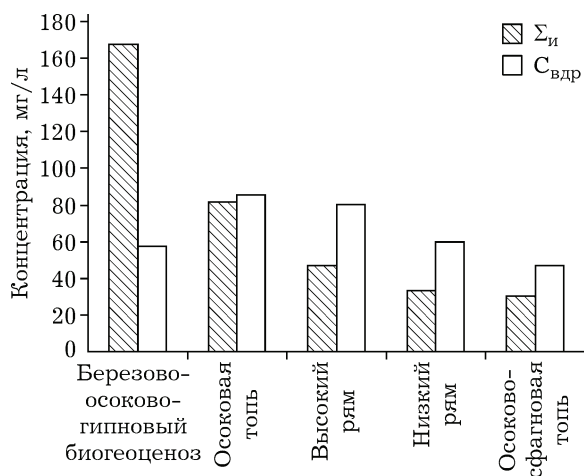


Рис. 2. Соотношение органических веществ по концентрации водорастворимого углерода ($C_{вдр}$) и минеральных компонентов по величине минерализации вод (сумма ионов $\Sigma_{и}$) в химическом составе болотных вод

содержание гидрокарбонат-иона в воде низинного болота составляет 110 мг/л (см. таблицу). Практически отсутствует гидрокарбонат-ион в водах верхового болота. Вызвано это низкими значениями рН, а значит, и отсутствием угольной кислоты в недиссоциированной форме.

Органические вещества в болотных водах содержатся в высоких концентрациях, на некоторых участках – близки к сумме минеральных соединений (рис. 2). В их состав входят гумусовые соединения, являющиеся продуктом процесса трансформации органических остатков. Среди гумусовых веществ выделяют две основные группы: гуминовые и фульвокислоты [32]. Гуминовые кислоты более устойчивы, менее растворимы, способны к аккумуляции на месте образования [32]. Фульвокислоты легко мигрируют как в форме свободных кислот, так и в составе различных соединений. Именно поэтому содержание фульвокислот на порядок превышает содержание гуминовых кислот. Средняя концентрация гуминовых кислот в воде верхового болота составляет 4,65, в воде низинного – 7,29 мг/л. Содержание фульвокислот в болотной воде изменяется от 12 до 97,8 мг/л. Высокая обменная емкость гуминовых кислот обеспечивает образование прочных комплексных соединений с ионами металлов. Именно комплексообразование с гуминовыми веществами играет решающую роль в процессах

переноса и отложения химических элементов на заболоченных территориях.

По результатам проведенных нами исследований, в болотных водах отмечается высокая бихроматная окисляемость – более 100 мгО/л, превышающая ПДК. В период снеготаяния и выпадения большого количества атмосферных осадков значения бихроматной окисляемости могут уменьшаться до 20 мгО/л. В соответствии с требованиями для качества вод в зонах рекреации величина бихроматной окисляемости не должна превышать 30 мгО/л. По данному показателю воды следует охарактеризовать как неблагоприятные для водопользования [28].

Нефтепродукты в болотных водах определены в концентрациях от 0,006 до 0,011 мг/л и, скорее всего, имеют естественное происхождение. Вариабельность содержания нефтепродуктов по объектам исследования невысокая. Концентрация нефтепродуктов соответствует требованиям для водопользования [27].

Концентрации **фенолов** в болотных водах превышают предельно допустимые (см. таблицу). Фенолы, вероятно, также имеют природное происхождение, обусловленное особенностями среды, формирующими состав болотных вод, – торфяной залежью.

Как показали проведенные нами исследования, болотные воды содержат микроэлементы в малых концентрациях. Многие тяжелые металлы при образовании комплексных ионов с гуминовыми и фульвокислотами приобретают большую миграционную подвижность, а при определенных величинах рН органические соединения могут образовывать прочные нерастворимые комплексы, способствующие накоплению металлов в торфе [32].

Марганец поступает в поверхностные воды в результате выщелачивания железомарганцевых руд и других минералов, содержащих марганец [32]. Содержание марганца в водах верховых болот по результатам проведенных исследований не превышает 0,1 мг/л и значительно увеличивается в водах низинного болота (1 мг/л), что превышает установленные пределы концентрации (см. таблицу). Такая закономерность обусловлена питанием болота террасного типа грунтовыми водами с высоким содержанием марганца. Болотные воды, как нами отмечено, содер-

жат незначительное количество **меди** – в среднем около 0,020 мг/л (см. таблицу). Низкое содержание меди в водах объясняется невысокой ее концентрацией в подстилающих породах, а также слабой подвижностью и закреплением органическим веществом. **Цинк** попадает в природные воды в результате разрушения и растворения горных пород, в болотные воды – в результате накопления растительностью при взаимодействии с подстилающими породами. Содержание **свинца** в болотных водах в сравнении с другими тяжелыми металлами отмечается в меньших концентрациях – от 0,0028 до 0,0041 мг/л. Максимальные величины характерны для вод низинного болота, что, вероятно, определяется поступлением этих веществ с грунтовыми водами. Отмеченные концентрации не превышают ПДК. В минимальных концентрациях в болотных водах содержится **кадмий** – от 0,00010 до 0,00019 мг/л (см. таблицу).

При сравнении химического состава вод биогеоценозов верхового болота отмечено, что среди тяжелых металлов в водах осоково-сфагновой топи преобладают медь и марганец. Концентрация свинца одинакова в пунктах наблюдения (0,0034 мг/л). На участке с сосново-кустарничково-сфагновой растительностью (низкий рям) отмечается более высокое содержание цинка и кадмия. Следует отметить, что содержание тяжелых металлов в болотных водах не превышает ПДК для водо- и рыбохозяйственного водопотребления [30]. По концентрации наблюдается преобладание фенолов и нефтепродуктов в водах осоково-сфагновой топи, а по содержанию АПАВ следует выделить сосново-кустарничково-сфагновый биогеоценоз с низкой сосной (низкий рям), который характеризуется весьма высоким для болот содержанием, но незначительно превышающим ПДК (0,13 мг/л). Состав вод низинного болота в сравнении с верховым характеризуется более высокими концентрациями цинка, свинца и марганца (см. таблицу).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, по химическому составу болотные воды в пределах бассейна р. Чая характеризуются кислой и нейтральной реакцией среды, низкой минерализацией, пре-

обладанием ионов кальция в катионном составе, наличием фенолов, а также нефтепродуктов, возможно, естественного происхождения [34, 35]. В низких концентрациях находятся нитрит- и фосфат-ион. Превышение ПДК, установленных для хозяйственно-питьевого водопользования, отмечается по содержанию железа общего, рН, ионов аммония, фенолов. Воды низинных болот характеризуются более высокими значениями рН, минерализации, содержания железа общего, гидрокарбонат-иона, чем верховых болот. Переходные болота, как правило, по содержанию элементов в водах занимают промежуточное положение.

Особенности состава болотных вод с точки зрения принятых норм ПДК позволяют характеризовать их как несомненно загрязненные. Такая характеристика не разрешает провести адекватный анализ геоэкологического состояния заболоченных территорий. Отмеченные высокие концентрации некоторых компонентов в первую очередь определяются природными процессами, протекающими в торфяной залежи, и не являются следствием техногенного загрязнения. Однако именно такие условия формирования химического состава вод определяют будущее состояние бассейна и региона в целом. В условиях отмеченных природно-климатических изменений [36], связанных с увеличением температуры воздуха, общего количества осадков, развитие процесса заболачивания на данной территории предопределено. Поэтому в настоящее время необходимо разработать унифицированный подход к экологической оценке заболоченных территорий, проводить постоянный контроль качества вод и экологический мониторинг.

Исследования проведены в рамках ФЦП “Научные и научно-педагогические кадры инновационной России” (ГК № 14.740.11.0199).

ЛИТЕРАТУРА

1. Савичев О. Г. Гидрохимический сток в бассейне средней Оби // Изв. Томского политех. ун-та. 2007. Т. 310, № 1. С. 29–34.
2. Базанов В. А., Савичев О. Г., Егоров Б. А., Крутовский А. О. Антропогенные изменения макрокомпонентного состава болотных вод на территории Томской области // Болота и биосфера: материалы второй

- научной школы. Томск: Изд-во ТГПУ, 2003. С. 94–101.
3. Савичев О. Г. Химический состав болотных вод на территории Томской области (Западная Сибирь) и их взаимодействие с минеральными и органоминеральными соединениями // Изв. Томского политех. ун-та. 2009. Т. 314, № 1. С. 72–77.
 4. Сеньков А. А. Особенности химического состава природных вод лесоболотных комплексов Сибирских Увалов. Западная Сибирь // Болота и заболоченные леса в свете задач устойчивого природопользования: материалы конференции. М.: Геос, 1999. С. 227–230.
 5. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. М.: Управление продукции сельскохозяйственного производства, пищевой, легкой и химической промышленности Госстандарт России. 44 с.
 6. Резников А. А., Муликовская Е. П., Соколов И. Ю. Методы анализа природных вод. М.: Недра, 1970. 488 с.
 7. ПНД Ф 14.1:2.159-2000. Методика выполнения измерений массовой концентрации сульфат-иона в пробах природных и сточных вод турбидиметрическим методом. М. Аналитический центр "Роса", 2000. 21 с.
 8. ПНД Ф 14.1:2.50-96. Методика выполнения измерений массовой концентрации общего железа в природных и сточных водах фотометрическим методом с сульфосалициловой кислотой.
 9. ПНД Ф 14.1:2.4-95. Методика выполнения измерений массовой концентрации нитрат-ионов в природных и сточных водах фотометрическим методом с салициловой кислотой.
 10. ПНД Ф 14.1:2.3-95. Методика выполнения измерений массовой концентрации нитрит-ионов в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Грисса.
 11. ПНД Ф 14.1:2.1-95. Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов аммония в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера.
 12. ПНД Ф 14.1:2.98-97. Методика выполнения измерений жесткости в пробах природных и очищенных сточных вод титриметрическим методом.
 13. ПНД Ф 14.1:2.111-97. Методика выполнения измерений массовой концентрации хлорид-ионов в пробах природных и очищенных сточных вод меркуриметрическим методом.
 14. ПНД Ф 14.1:2.4.138-98. Методика выполнения измерения массовых концентраций натрия, калия, лития и стронция в питьевых, природных и сточной водах методом пламенно-эмиссионной спектрометрии.
 15. Воробьева Л. А. Химический анализ почв. М.: Изд-во МГУ, 1998. 272 с.
 16. Лурье Ю. Ю. Унифицированные методы анализа вод. М.: Наука, 1973. 376 с.
 17. ПНД Ф 14.1:2.4.222-06. Методика выполнения измерений массовой концентрации цинка, кадмия, свинца и меди в водах питьевых, природных и сточных вод методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторе тина ТА.
 18. ПНД Ф 14.1:2.4.140-98. Методика выполнения измерения массовых концентраций бериллия, ванадия, висмута, кадмия, кобальта, меди, молибдена, мышьяка, никеля, олова, свинца, селена, серебра, сурьмы и хрома в питьевых, природных и сточной водах методом атомно-абсорбционной спектрометрии (ААС).
 19. ПНД Ф 14.1:2.105-97. Методика выполнения измерений суммарных содержаний летучих фенолов в пробах природных и очищенных сточных вод экстракционно-фотометрическим методом после отгонки с паром.
 20. ПНД Ф 14.1:2.4.128-98. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природной, питьевой и сточной воды на анализаторе жидкости "Флюорат-02".
 21. ПНД Ф 14.1:2.4.158-2000. Методика выполнения измерений массовой концентрации анионных поверхностно-активных (АПАВ) в пробах природной, питьевой и сточной воды флуориметрическим методом на анализаторе жидкости "Флюорат-02".
 22. ПНД Ф 14.1:2.112-97. Методика выполнения измерений массовой концентрации фосфат-ионов в пробах природных и очищенных сточных вод фотометрическим методом восстановлением аскорбиновой кислотой.
 23. Воистинова Е. С., Парфенова Г. К. Устойчивое развитие территорий и геоэкологические проблемы водопользования // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геоэкология. 2010. № 4. С. 312–318.
 24. Харанжевская Ю. А., Воистинова Е. С. Мониторинг содержания химических элементов в болотных водах Васюганского болота в пределах Томской области // Восьмое сибирское совещание по климато-экологическому мониторингу: материалы российской конференции / под ред. М. В. Кабанова. Томск: Аграф-Пресс, 2009. С. 271–273.
 25. Савичев О. Г., Базанов В. А., Скугарев А. А., Харанжевская Ю. А., Шмаков А. В. Водный и гидрохимический режим восточной части Васюганского болота (Западная Сибирь, Россия) // Изв. ТПУ. 2010. Т. 316, № 1. С. 119–124.
 26. Тюремнов С. Н., Ларгин И. Ф. Изменение химического состава вод торфяных болот в зависимости от условий их залегания // Труды ГГИ. 1966. Вып. 135. С. 223–242.
 27. СанПиН 2.1.4.1074-01. Вода. Санитарные правила, нормы и методы безопасного водопользования населения: сборник документов / Российская Федерация, Министерство здравоохранения и социального развития (Минздравсоцразвития России). 2-е изд., перераб. и доп. М.: ИнтерСЭН, 2004. 868 с.
 28. Сан ПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Введ. 2001-01-01. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2000. 24 с.
 29. ГН 2.1.5.1315-03. Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Введ. 15.06.2003. М. 77 с.
 30. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. М.: Изд-во ВНИРО, 1999. 304 с.

31. Гусева Т. В., Молчанова Я. П., Заика Е. А. и др. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. Эколайн, 2000. 16 с.
32. Черняев А. М., Черняева Л. Е., Еремеева М. Н. Гидрохимия болот. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 429 с.
33. Инишева Л. И. Условия формирования и геохимия болотных вод // Болота и биосфера: материалы второй научной школы (8–12 сентября 2002 г.). Томск: Изд-во ТГПУ, 2003. С. 38–49.
34. Шварцев С. Л., Рассказов Н. М., Сидоренко Т. Н., Здвизжов М. А. Геохимия природных вод района Большого Васюганского болота // Большое Васюганское болото. Современное состояние и процессы развития. Томск, 2002. С. 139–149.
35. Савичев О. Г. Химический состав болотных вод Томской области (Россия) в естественном и нарушенном состояниях // Торф в решении проблем энергетики, сельского хозяйства и экологии: материалы Междунар. конф. Минск, 2006. С. 242–245.
36. Региональный мониторинг атмосферы. Ч. 4. Природно-климатические изменения / под ред. чл.-кор. РАН М. В. Кабанова. Томск: МГП "РАСКО", 2000. 269 с.

Chemical Composition and Quality of Bog Water in the Basin of the Chaya River

Yu. A. KHARANZHEVSKAYA, E. S. VOISTINOVA, E. S. IVANOVA

*Siberian Research Institute of Agriculture and Peat of the SB
of the Russian Agricultural Academy (Rosselkhozakademiya)
634050, Tomsk, Gagarin str., 3
E-mail: kharan@yandex.ru*

Results of the analysis of chemical composition and evaluation of the quality of bog water at the territory of the river basin within the southern taiga subzone of West Siberia are presented. It was stressed that the features of the composition of bog water, from the viewpoint of the accepted maximum permissible concentrations, allow one to characterize the water as undoubtedly polluted. However, the observed high concentrations of some components are caused first of all by natural processes that take place in peat bed but not by industry-related pollution.

Key words: bog water, natural conditions, water quality, chemical composition, organic substances, water management.