

# ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА вод болотных ландшафтов таежной зоны ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

**Проведено исследование химического состава и качества болотных вод в условиях интенсивной антропогенной нагрузки. В болотных водах антропогенно нарушенных территорий отмечено превышение предельно допустимых концентраций по содержанию органических веществ, железа, ионов аммония и величине рН, что, однако характерно и для естественных болот. Поэтому применение для болотных вод концепции ПДК и основанных на ней оценок антропогенного воздействия, на наш взгляд, некорректно. Более полно процессы антропогенной трансформации вод болотных ландшафтов позволит оценить метод фоновых показателей, учитывающий содержание химических элементов в водах в естественных условиях.**

## Введение

Таежная зона Западной Сибири характеризуется широким распространением болотных ландшафтов, что во многом определяет специфику геоэкологической обстановки в регионе. Необходимость изучения особенностей химического состава вод болотных ландшафтов Западной Сибири в значительной степени обусловлена усилением техногенного воздействия при хозяйственном освоении территории и развитии нефтегазодобывающего комплекса в регионе. Добыча торфа, нефти и газа, осушение болот, строительство дорог и линий высоковольтных электропередач вызывает изменение и деградацию болотных ландшафтов, что оказывает влияние на состав болотных вод (БВ). Поэтому особую важность приобретают гидрохимические исследования болот, которые совместно с гидрологическими, ландшафтными, ботаническими наблюдениями призваны обеспечить достаточный объём информации для оценки экологического

**Е.С. Воистинова\***, научный сотрудник лаборатории торфа и экологии, ГНУ Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа Россельхозакадемии

**Ю.А. Харанжевская**, кандидат геолого-минералогических наук, заведующая лабораторией торфа и экологии, ГНУ Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа Россельхозакадемии

состояния болот и заболоченных территорий, нормирования антропогенной нагрузки в регионе и определения границ устойчивости болотных экосистем. В настоящее время основные результаты в области изучения химического состава вод болотных ландшафтов Западной Сибири отражены в работах [1-7]. Однако современный уровень знаний, накопленный при изучении экологического состояния и ландшафтно-геохимических особенностей природных и техногенных ландшафтов Западной Сибири был и остается недостаточным как для решения вопросов восстановления ландшафтов, так и при проведении экологической оценки территории в предпроектный период. Многие районы остаются слабо исследованными, разнообразие природных условий и широкий спектр загрязняющих веществ делают крайне сложным анализ ответной реакции природных комплексов различного ранга на техногенное воздействие. Зачастую работы по изучению техногенеза и мониторингу загрязнения на обширных заболоченных территориях региона выполняется без четкой методической основы, а недостаточная изученность болотных ландшафтов и характера изменения химического состава БВ при различных видах антропогенного воздействия затрудняет правильную интерпретацию полученных в ходе опробования результатов. Все это приводит к увеличению площади антропогенно нарушенных заболоченных территорий и ухудшению качества БВ и рек-водоприемников. Поэтому для предупреждения негативной экологической ситуации в регионе при дальнейшем хозяйственном освоении болот и заболоченных территорий Западной Сибири необходимо провести оценку состояния болотных ландшафтов в естественных условиях и при антропогенном воздействии. С учетом этого основной целью данной работы является изучение особенностей химиче-

\*Адрес для корреспонденции: elenavoistinova@yandex.ru



ского состава БВ на участках добычи нефти и газа, торфодобычи, лесомелиорации, горях, участках подтопления, в зонах влияния транспортных автомагистралей и высоковольтных линий электропередач. В задачи входит исследование характера антропогенной трансформации состава БВ в сравнении с фоновыми концентрациями веществ БВ и нормами предельно допустимых концентраций (ПДК). В качестве фоновых концентраций химического состава БВ использованы данные многолетних наблюдений на научно-исследовательском стационаре «Васюганский» ГНУ Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства и торфа Россельхозакадемии (бассейны рек Бакчар и Икса) в районе, удалённом от антропогенного воздействия и отличающимся слабым развитием транспортной инфраструктуры.

**Ключевые слова:** химический состав, болотные воды, антропогенное воздействие, качество вод

болотных массивах (рис. 1) в условиях антропогенной нагрузки: на древесно-кустарничковом мохово-разнотравном переходном болоте в пределах разрабатываемого нефтяного месторождения Верхне-Салатское на водоразделе рек Салат и Запорная, на низинном бол. Аркадьёво, осушенном и частично выработанном на второй левобережной террасе р. Обь, осушенном и частично выгоревшем сосново-кустарничково-сфагновом верховом болоте в бассейне р. Иксы, кустарничково-моховом переходном болоте на первой надпойменной левобережной террасе р. Кеть, расположенном под ЛЭП, древесно-кустарничково-травяном низинном болоте, расположенном на первой надпойменной террасе р. Кеть в зоне подтопления от автодороги, грядово-мочажинно-озерковом болоте на второй надпойменной террасе р. Кеть в 50 м от свалки бытового мусора, а также в котловине озера на берёзово-травяном низинном осушенном и частично выработанном бол. Кандинское в пойме р. Томь.

Отбор проб в районе, удалённом от антропогенного воздействия и отличающимся слабым развитием транспортной инфра-

## Материалы и методы исследования

Отбор проб для исследования химического состава БВ проводился в границах Томской обл. на семи типичных

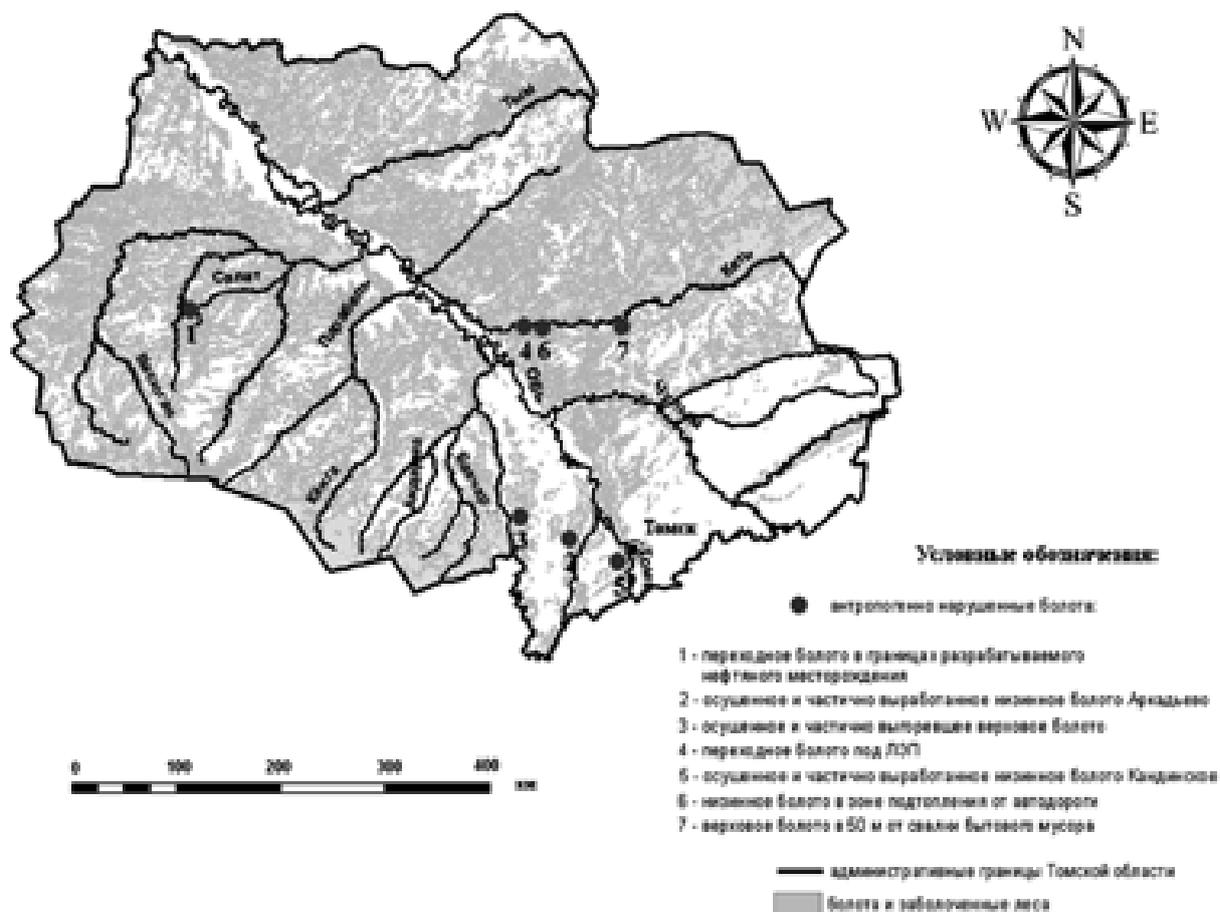


Рис. 1. Схема размещения пунктов отбора проб.

Таблица 1

Химический состав БВ, мг/л

	Низинное болото Аркадьёво (участок торфодобычи)	Осушенное выгорев- шее верховое болото в бассейне р. Икса	Переходное болото на террасе р. Кеть в рай- оне ЛЭП	Низинное болото на террасе р. Кеть в зоне подтопления	Переходное болото в районе добычи нефти и газа	Верховое глядово- мочажинно-озерковое болото на террасе р. Кеть (свалка мусора)	Низинное болото Кандинское (участок торфодобычи)	Верховое болото в бассейне р. Ключ	Низинное болото Самара на террасе р. Бакчар	ПДК <sup>1</sup> вод-хоз
pH	6,87	3,77	3,55	6,90	4,15	4,19	-	3,63	5,06	6-9
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	1,61	6,95	9,30	0,71	2,02	1,20	0,31	6,40	3,66	1,5
K <sup>+</sup>	0,70	1,70	2,50	0,60	4,8	0,80	1,80	1,20	0,50	30
Na <sup>+</sup>	8,40	1,80	1,40	3,20	135,1	0,60	7,10	1,10	4,20	200
Ca <sup>2+</sup>	77,8	11,2	12,8	24,3	45,1	6,01	53,1	4,81	18,4	200
Mg <sup>2+</sup>	14,2	4,86	1,82	5,59	16,4	2,67	27,3	1,09	5,10	50
Fe <sub>общ</sub>	0,71	3,61	5,58	3,10	1,35	0,45	0,90	1,90	2,97	0,3
Cl <sup>-</sup>	8,08	5,29	7,32	0,98	315	1,89	1,66	4,15	5,21	350
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	4,80	3,09	2,54	2,95	43,65	4,05	2,47	3,36	1,85	500
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	346,2	35,8	24,8	108,6	<10	30,9	239,6	14,3	79,3	-
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,19	0,69	0,65	0,07	0,19	0,10	0,05	0,40	0,29	45
CO <sub>2</sub>	20,9	56,8	64,3	10,5	-	34,4	17,9	52,4	23,9	-
ХПК	88,3	189,7	248,6	52,3	120	91,6	3,93	117,74	124,3	15
ГК	2,39	13,5	17,6	2,49	- <sup>3</sup>	1,58	1,45	6,74	8,47	н/н <sup>2</sup>
ФК	11,8	74,7	88,6	12,2	-	21,7	6,77	60,5	56,8	н/н
C <sub>нпр</sub>	46,4	87,4	112,1	20,3	-	46,4	24,6	62,2	60,3	н/н
Σ <sub>и</sub>	289,6	57,1	56,3	95,8	565,05	33,2	214,5	31,6	81,9	1000
Zn	0,04	0,016	0,017	0,0013	0,072	0,011	0,005	0,028	0,15	1
Pb	0,0008	0,015	0,005	0,0005	<0,002	0,0030	0,0003	0,0006	0,005	0,01
Cu	0,0033	0,0018	0,0008	0,0005	0,0030	0,0010	0,007	0,0010	0,005	1
Cd	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	-	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,001

Примечание : 1 — в соответствии с [22-24], 2- не нормируется, 3 — данные отсутствуют, 4  
жирным шрифтом выделено превышение ПДК

структуры, проводился в тот же период на верховом болотном массиве в бассейне р. Ключ в пределах сосново-кустарничково-сфагнового болота с низкой сосной (низкий ряб) и низинного березово-осоково-гишного бол. Самара, расположенного на террасе р. Бакчар.

Материалом для исследования являются данные по химическому анализу проб БВ, отбор которых проводился в рамках экспедиционных исследований антропогенно нарушенных болот в летний период 2011 г. Для отбора проб с помощью торфяного бура на каждом болоте были организованы скважины глубиной около 1 м. Пробы отбирались с глубины 30-50 см в специально подготовленную стеклянную и пластмассовую посуду. Отбор осуществлялся с помощью одноразовых пробоотборников (пластмассовых емкостей объемом 1 л) в соответствии с [8], исключая загрязнение проб. Сразу после

отбора определялась температура воды и неустойчивые компоненты pH, CO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, проводилась консервация проб для определения Fe<sub>общ</sub>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> в соответствии с [9]. Консервация проб для определения нитрат ионов осуществлялась добавлением 2 мл хлороформа, для определения железа общего — подкислением раствора до pH менее 2. Величина pH измерялась с помощью полевого прибора pH-200 («НМ Digital», США). Определение гидрокарбонат ионов проводилось титрованием проб соляной кислотой в присутствии индикатора (метилловый оранжевый), растворенного углекислого газа — титрованием проб NaOH в присутствии сегнетовой соли и индикатора фенолфталеин [9].

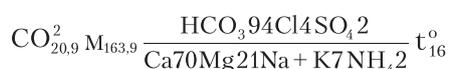
Химический анализ макрокомпонентного состава БВ выполнялся по общепринятым методикам в лаборатории торфа и экологии СибНИИСХиТ. Концентрация гидрокарбонатов в воде определялась титриме-

трическим методом [9]. Анализ сульфатов проводился турбодиметрическим методом [10],  $Fe_{\text{общ}}$  — колориметрическим методом с сульфосалициловой кислотой [11],  $NO_3^-$  — с использованием сульфосалицилового натрия [12],  $NO_2^-$  — с использованием реактива Грисса [13],  $NH_4^+$  — с реактивом Несслера [14]. Определение общей жесткости и ионов кальция, магния выполнялось с использованием комплексонометрического метода [15]. Содержание хлоридов определялось меркуриметрическим методом в присутствии индикатора дифенилкарбазона [16]. Определение концентрации ионов калия и натрия проводилось методом пламенной фотометрии [17]. Для характеристики общего содержания химических элементов определялся плотный остаток БВ выпариванием проб воды с последующим удалением органических соединений при прокаливании в муфельной печи [18]. Концентрация гуминовых и фульвокислот определялась методом Лурье [19], тяжёлых металлов — методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторе типа ТА [20]. Классификация вод проводилась по О.А. Алекину [21].

## Результаты и их обсуждение

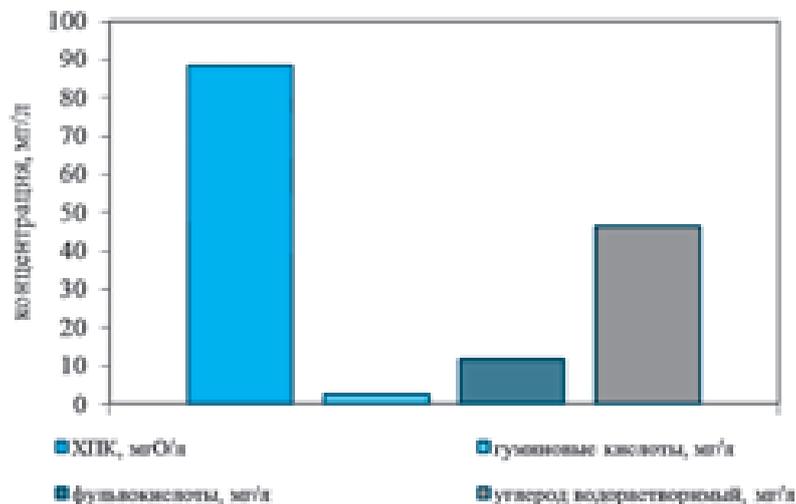
**Д**анные, характеризующие химический состав вод антропогенно нарушенных болот, приведены в *табл. 1*.

По химическому составу воды осушенного и частично выработанного низинного бол. Аркадьёво пресные гидрокарбонатного класса кальциевой группы первого типа  $C_1^{Ca}$  нейтральные (рН 6,87). Высокая степень минерализации торфяной залежи определяет высокое содержание минеральных веществ в БВ (289,6 мг/л). Формула химического состава воды бол. Аркадьёво:



Концентрация органических веществ по величине ХПК составляет 88,3 мгО/л, что в 1,4 раза меньше фоновых концентраций, характерных для низинных болот данной территории (124,2 мгО/л). Гуминовые и фульвокислоты присутствуют в небольших количествах 2,39 и 11,8 мг/л (*рис. 2*).

Содержание ионов железа в водах бол. Аркадьёво равно 0,71 мг/л и сопоставимо с таковым в подземных водах исследуемого региона. Концентрация ионов аммония (1,61 мг/л) превышает концентрацию в речных



*Рис. 2.* Содержание органического вещества в воде бол. Аркадьёво.

водах и в 2 раза меньше фоновых концентраций (бол. Самара на террасе р. Бакчар). Содержание свинца составляет 0,0008 мг/л, что не превышает ПДК. Кадмий в водах бол. Аркадьёво определён в концентрациях менее 0,0002, что характерно для фоновых территорий. Медь присутствует в БВ в концентрациях (0,0033 мг/л), превышающих известный в мире порог действия  $Cu$  на водные организмы 0,0015 мг/л [25]. Вместе с тем, токсическое действие меди снижается при комплексовании с органическим веществом и в присутствии кальция [26].

Концентрация цинка в БВ равна 0,04 мг/л. Цинк является жизненно важным элементом, по уровню биологического поглощения сопоставим с такими элементами, как  $K$ ,  $Ca$ ,  $Mg$  и др. Он входит в состав ряда металлоферментов и участвует во многих биохимических процессах [27]. Однако в концентрациях, превышающих 0,01 мг/л,  $Zn$ , также как и  $Cu$ , токсичен для гидробионтов. Содержание  $CO_2$  в водах бол. Аркадьёво составляет 20,9 мг/л и немного меньше чем в водах естественного низинного бол. Самара.

В целом наблюдается превышение норм ПДК по величине рН, содержанию в водах низинного бол. Аркадьёво органических веществ, железа и ионов аммония. Осушение вызвало изменение водного режима болота, понижение уровня БВ, изменение ландшафтной структуры и появление видов растений, не характерных для низинных болот. Однако гидрохимические исследования показали, что гидромелиоративные мероприятия не вызвали увеличения содержания органических веществ в БВ, концентрации тяжёлых металлов, железа и ионов аммония.

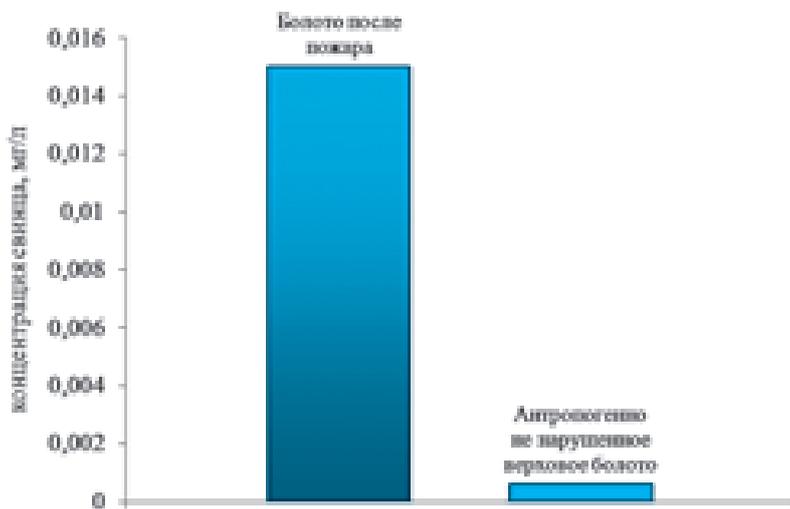


Рис. 3. Содержание свинца в водах верхового болота в бассейне р. Иксы в сравнении с фоновыми территориями.

Примером трансформации и изменения химического состава БВ под воздействием пожара является осушенное верховое болото в бассейне р. Иксы (южнотаёжная подзона). По химическому составу воды болота после пожара относятся к хлоридному классу кальциевой группы четвёртому типу  $Cl_{IV}^{Ca}$ .

Соотношение форм карбонатного равновесия и отсутствие гидрокарбонат иона в недиссоциированной форме характеризуют низкие значения рН БВ (3,77). Содержание органических веществ (концентрация углерода водорастворимого 87,4 мг/л, ХПК 189,7 мгО/л) в водах болота после пожара превышает содержание минеральных соединений. Однако такое соотношение органической и минеральной компонент БВ характерно

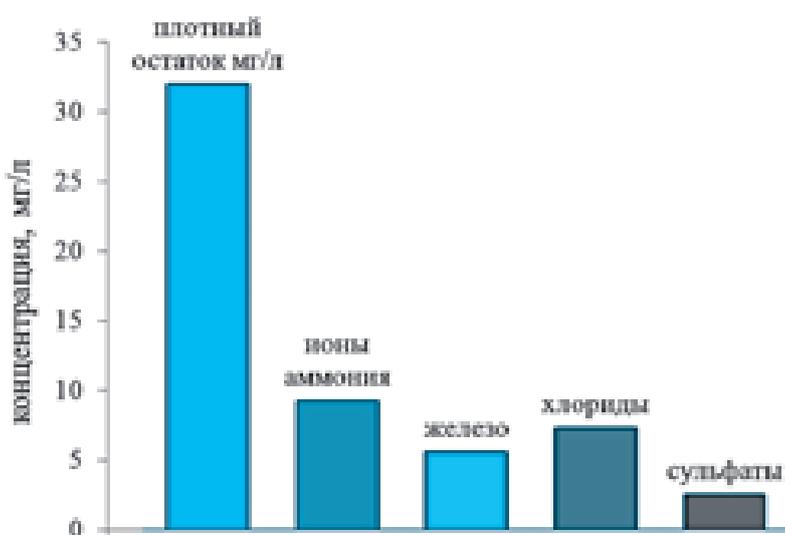


Рис. 4. Содержание минеральных веществ в водах переходного болота под ЛЭП.

и для не нарушенных верховых болотных массивов. Содержание ионов аммония (6,94 мг/л) и железа (3,61 мг/л) в водах верхового болота после пожара сопоставимо с содержанием в водах естественного сосново-кустарничково-сфагнового биогеоценоза с высокой сосной (верховое болото в бассейне р. Ключ). Обращает на себя внимание высокое содержание свинца (0,015 мг/л), превышающее содержание в водах не нарушенного верхового болота в 25 раз. Накопление свинца в торфяной залежи и поступление в БВ можно объяснить близостью автодороги и атмосферным переносом загрязняющих веществ. Кроме того, возгорание торфяной залежи способствовало переходу свинца в более подвижные формы путём образования комплексов с гуминовыми веществами БВ. Концентрация кадмия в водах осушенного верхового болота в бассейне р. Иксы не превышает фоновых значений на заболоченных территориях. Содержание цинка составляет 0,016 мг/л, меди — 0,0018 мг/л. Проведенные исследования также показали превышение норм ПДК по величине рН, содержанию в водах осушенного верхового болота в бассейне р. Иксы органических веществ, железа и ионов аммония и свинца (рис. 3).

Влияние линейных сооружений на изменение химического состава БВ рассмотрено на примере участка кустарничково-мохового переходного болота (первая надпойменная левобережная терраса р. Кеть), расположенного под ЛЭП. В соответствии с классификацией О.А. Алёкина воды переходного болота пресные хлоридного класса кальциевой группы четвёртого типа кислые (рН 3,55) с повышенным содержанием органических веществ. Малая минерализация (56,3 мг/л), отсутствие гидрокарбонат иона, высокие концентрации углекислого газа (64,3 мг/л) вод болота под ЛЭП более характерны для верховых болотных массивов. Высокое содержание ионов аммония (9,3 мг/л) превышает их содержание в водах верховых и низинных болот на левобережье р. Обь, что свидетельствует о восстановительных условиях БВ. Железо присутствует в очень больших концентрациях — 5,58 мг/л (рис. 4). В целом отмечено превышение установленных норм ПДК по величине рН, содержанию в водах кустарничково-мохового переходного болота на террасе р. Кеть органических веществ, железа и ионов аммония.

Влияние подтопления при строительстве дорог рассматривается нами на примере древесно-кустарничково-травяного низинного

болота, расположенного на первой надпойменной террасе р. Кеть. Согласно классификации воды болота пресные гидрокарбонатного класса кальциевой группы первого типа  $S_I^{Ca}$  нейтральные.

Содержание минеральных веществ (95,8 мг/л) соответствует фоновым значениям, тогда как концентрация органических веществ (ХПК 52,3 мгО/л) в 2 раза меньше, что можно объяснить повышенной обводнёностью участка, слабым разложением органических остатков и торфа. Ионы аммония присутствуют в БВ в низких концентрациях (0,7 мг/л), что свидетельствует о замедлении процессов трансформации органического вещества на участке подтопления древесно-кустарничково-травяного низинного болота. В то же время содержание железа (3,1 мг/л) в БВ участка подтопления превышает фоновые значения, характерные для низинных болот. Следовательно, на участке подтопления созданы оптимальные условия для накопления железа. Таким образом, подтопление болота и смена режима увлажнения вызывает изменение химического состава БВ, уменьшение концентрации органических веществ,  $NH_4^+$  и растворённого углекислого газа. Однако для вод данной территории сохраняется превышение норм ПДК по величине рН, содержанию органических веществ, железа.

Антропогенное влияние на болотные ландшафты проявляется также в широком распространении свалок бытового мусора. Сосново-кустарничково-сфагновое грядово-мочажинно-озерковое болото расположено на второй надпойменной террасе р. Кеть в 50 м от свалки бытового мусора небольших размеров. По химическому составу воды пресные сульфатного класса кальциевой группы четвёртого типа  $S_{IV}^{Ca}$  кислые (рН 4,19). В водах отмечены высокие концентрации органических веществ, что, однако, характерно и для грядово-мочажинно-озерковых болот в естественных условиях. Содержание ионов аммония и железа небольшое по отношению к фоновым концентрациям. Концентрация ионов  $K^+$  превышает таковую ионов  $Na^+$ . В анионном составе вторым по содержанию ионом является хлорид ион. Общая минерализация вод составила 14,05 мг/л. По результатам гидрохимических исследований можно сделать вывод, что влияние свалки проявляется незначительно вследствие её небольших размеров и состава представленного мусора (консервные банки, пластиковые и стеклянные бутылки, полиэтиленовые и бумажные упаковки и др.). Наблюдается превышение норм

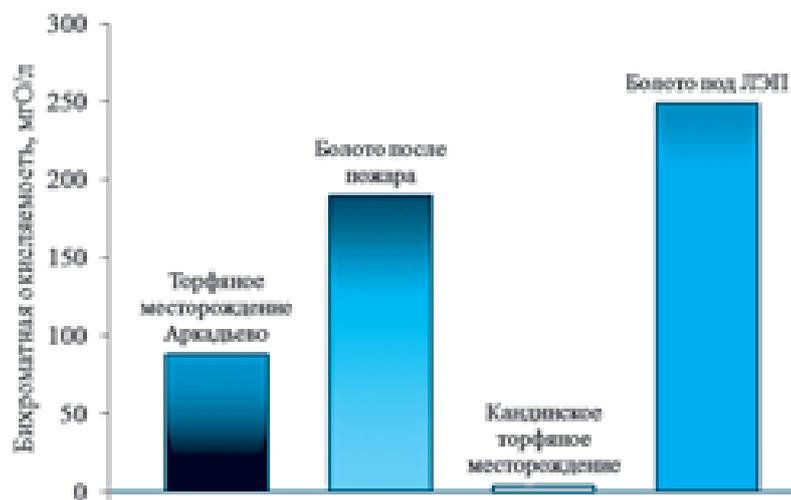


Рис. 5. Содержание органического вещества в БВ антропогенно нарушенных территорий.

ПДК по величине рН, по содержанию в водах сосново-кустарничково-сфагнового грядово-мочажинно-озеркового болота на террасе р. Кеть органических веществ, железа.

Берёзово-травяное низинное осушенное бол. Кандинское (пойма р. Томь), является примером техногенного преобразования природных комплексов. При добыче торфа и песчано-гравийной смеси Кандинское торфяное месторождение было частично выработано. В котловине выработанного участка образовалось озеро. Согласно классификации воды озера пресные гидрокарбонатного класса кальциевой группы второго типа  $S_{II}^{Ca, Mg}$ . Содержание минеральных веществ по сумме ионов составляет 214,5 мг/л. Железо присутствует в концентрациях, меньших фоновых и характерных для низинных болот. Отличительной особенностью вод озера является небольшое содержание органических веществ (рис. 5). Соотношение ХПК и концентрации углерода водорастворимого иное, чем в БВ. Тяжёлые металлы определены в водах озера в концентрациях, не превышающих ПДК хозяйственно-питьевого назначения, отмечается превышение норм ПДК по содержанию в водах железа. Химический состав вод озера Кандинского торфяного месторождения свидетельствует о небольшом участии в его питании БВ. Воды Кандинского болота содержат органические вещества в небольших количествах.

Наиболее интенсивно процессы изменения и трансформации химического состава вод болотных ландшафтов проявляются в районах добычи нефти и газа. Воды переходного болота, расположенного в границах

разрабатываемого нефтяного месторождения Верхне-Салатское, пресные сульфатного класса кальциевой группы четвёртого типа  $S_{IV}^{Ca}$  кислые. Однако в районе куста преобладающим анионом становится хлорид ион, а катионом — ион натрия с увеличением суммы главных ионов более чем в 10 раз.

По данным многолетних наблюдений на научно-исследовательском стационаре «Васюганский» такое разнообразие химического состава БВ в рамках одного биогеоценоза в естественных условиях не отмечается. Это может быть вызвано сбросом пластовых вод, поверхностным смывом с буровых площадок и фильтрацией из шламовых амбаров. Отличительной особенностью химического состава вод загрязнённого участка является повышенное содержание нефтепродуктов, меди и цинка. Как и в естественных условиях воды переходного болота богаты органическими веществами, ионами аммония и железа, превышающими ПДК хозяйственно-питьевого и рыбохозяйственного назначения. Поэтому такой показатель как ХПК, содержание растворенного кислорода в заболоченных регионах не отражают характер антропогенной нагрузки.

## Заключение

Таким образом, по химическому составу БВ антропогенно нарушенных территорий в пределах Томской обл. характеризуются кислой и нейтральной реакцией среды, низкой минерализацией, преобладанием ионов кальция в катионном составе. Превышение ПДК, установленных для хозяйственно-питьевого водопользования, отмечается по содержанию органических веществ, железа, ионов аммония и по величине рН, что также характерно и для естественных болот фоновых территорий. Проведенные исследования показали, что осушение и добыча торфа на низинных болотах Аркадьёво и Кандинское не привели к увеличению содержания органических веществ, железа, тяжёлых металлов в БВ и ухудшению качества вод водоёмов и водотоков. Свалки мусора незначительно повлияли на химический состав БВ из-за их небольших размеров и состава мусора. Подтопление болот в результате строительства дорог вызывало уменьшение концентрации органических веществ,  $NH_4^+$  и растворённого углекислого газа. Пожар на участке верхового болота способствовал появлению в водах высоких концентраций органических веществ, железа и ионов аммония, а также свинца. Наибольшее изменение состава вод,

связанное с многократным увеличением натрия и хлорид ионов, отмечено на участке переходного болота, расположенного в границах разрабатываемого нефтяного месторождения Верхне-Салатское.

По результатам сравнения состава БВ естественных и антропогенно нарушенных территорий можно сделать вывод о том, что в естественных условиях воды болот содержат органические вещества, железо, ионы аммония в количествах, многократно превышающих ПДК хозяйственно-питьевого и рыбохозяйственного назначения. Поэтому применение концепции ПДК и основанных на ней оценок антропогенного воздействия, на наш взгляд, некорректно. Высокая цветность и большие концентрации органических соединений осложняют проведение аналитических исследований химического состава БВ. Поэтому, по нашему мнению, более полно процессы антропогенной трансформации вод болотных ландшафтов позволит оценить метод фоновых показателей, учитывающий содержание химических элементов в естественных условиях.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение №8354, №14.В37.21.0634.*

## Литература

1. Шварцев С.Л., Рассказов Н.М., Сидоренко Т.Н., Здвижков М.А. Геохимия природных вод района Большого Васюганского болота // Большое Васюганское болото. Современное состояние и процессы развития. Томск, 2002. С. 139-149.
2. Савичев О.Г. Химический состав болотных вод на территории Томской области (Западная Сибирь) и их взаимодействие с минеральными и органоминеральными соединениями // Известия ТПУ. 2009. т. 314. №1. С. 72-77.
3. Инишева Л.И. Условия формирования и геохимия болотных вод // Болота и биосфера. Материалы второй научной школы. Томск: Изд-во ТПУ, 2003. С. 38-49.
4. Московченко Д.В., Пуртов В.А., Завьялова И.В. Гидрохимическая характеристика водосборных бассейнов Ханты-Мансийского автономного округа // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения, 2007. №8. С. 141-148.
5. Нечаева Е.Г. Геохимия болот Южнотаежного Прииртышья и их ресурсные достоинства // География и природные ресурсы. №4. 1981. С. 105-113.
6. Здвижков М.А. Гидрогеохимия Васюганского болота. Дисс. на соиск. степ. канд. техн. наук. Томск, 2005. 175 с.

7. Езупенок Е.Э. Химический состав болотных вод олиготрофных ландшафтов // Болота и биосфера. Материалы второй научной школы. Томск: Изд-во ТГПУ, 2003. С. 127-134.
8. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. М.: Управление продукции сельскохозяйственного производства, пищевой, легкой и химической промышленности Госстандарт России. 44 с.
9. Резников А.А. Методы анализа природных вод / А.А. Резников, Е.П. Муликовская, И.Ю. Соколов. М.: Недра, 1970. 488 с.
10. 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.
11. ПНД Ф 14.1:2.50-96. Методика выполнения измерений массовой концентрации общего железа в природных и сточных водах фотометрическим методом с сульфосалициловой кислотой.
12. ПНД Ф 14.1:2.4-95. Методика выполнения измерений массовой концентрации нитрат-ионов в природных и сточных водах фотометрическим методом с салициловой кислотой.
13. ПНД Ф 14.1:2.3-95. Методика выполнения измерений массовой концентрации нитрит-ионов в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Грисса.
14. ПНД Ф 14.1:2.1-95. Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов аммония в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера.
15. ПНД Ф 14.1:2.98-97. Методика выполнения измерений жесткости в пробах природных и очищенных сточных вод титриметрическим методом.
16. ПНД Ф 14.1:2.111-97. Методика выполнения измерений массовой концентрации хлорид-ионов в пробах природных и очищенных сточных вод меркуриметрическим методом.
17. 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.
18. Воробьева Л.А. Химический анализ почв. М.: Изд-во МГУ, 1998. 272 с.
19. Лурье Ю.Ю. Унифицированные методы анализа вод. М.: Наука, 1973. 376 с.
20. ПНД Ф 14.1:2.4.222-06. Методика выполнения измерений массовой концентрации цинка, кадмия, свинца и меди в водах питьевых, природных и сточных методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторе типа ТА.
21. Алёкин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 440 с.
22. 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.
23. 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.
24. 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. 77 с.
25. Моисеенко Т.И. Водная экотоксикология: Теоретические и прикладные аспекты. Институт водных проблем РАН. М.: Наука, 2009. 400 с.
26. Мур Дж. В., Рамамурти С. Тяжёлые металлы в природных водах: Контроль и оценка влияния / Дж. В. Мур, С. Рамамурти. М.: Мир, 1987. 288 с.
27. McGeer J.C. Effects of chronic sublethal exposure to water-borne Cu, Cd or Zn in rainbow trout 2: Tissue specific metal accumulation / J.C. McGeer, C. Szebedinsky, D.G. McDonald, C.M. Wood // Aquat. Toxicol. 2000. V. 50. P. 245-256.

E.S. Voistinova, Yu. A. Kharanzhevskaya

## PECULIARITIES OF WATER CHEMICAL COMPOSITION OF BOG LANDSCAPES IN TAIGA ZONE OF THE WEST SIBERIA UNDER INTENSIVE HUMAN IMPACT

Study of chemical composition and quality of bog water under intensive human impact were carried out. In bog water of human affected territories content of organic matter, iron, ammonium and pH were found to be over maximum allowable concentrations (MAC). But it is typically for natural bogs too. According to author's opinion application of MAC conception and based human impact evaluations are not correct for bog water and method of background parameters is more proper for estimation of anthropogenic transformations of bog water. The method takes into account content of chemical elements in water under natural conditions.

**Key words:** chemical composition, bog water, human impact, water quality