

УДК 911.5+550.42

РЕГИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА БОЛОТНЫХ ВОД В ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2014 Е.С. Воистинова, Ю.А. Харанжевская

Сибирский НИИ сельского хозяйства и торфа Россельхозакадемии, г. Томск

Поступила в редакцию 20.05.2014

Проведен анализ региональных особенностей химического состава болотных вод в зависимости от геоморфологических условий их залегания. Отмечено, что пойменные низинные болота, питаемые подземными и паводковыми водами, имеют наибольшую минерализацию вод, характеризуются высокими концентрациями железа, в то время как воды террасных низинных болот обладают меньшей суммой ионов, однако более обогащены органическими веществами, гуминовыми и фульвокислотами. Воды террасных переходных болот отличаются меньшим содержанием минеральных веществ при увеличении концентрации ионов аммония и растворённого углекислого газа. Воды водораздельных верховых болот содержат минимальное количество минеральных веществ, сопоставимое с содержанием в атмосферных осадках, и максимальные концентрации ионов аммония. Проведенный анализ изменения состава болотных вод в зависимости от геоморфологических условий залегания болотных массивов позволил в пределах исследуемой территории выделить 3 района, которые характеризуются определенными различиями в химическом составе вод.

Ключевые слова: *химический состав, болотные воды, региональные особенности, оценка, районирование*

Хозяйственное освоение болот и заболоченных территорий Западной Сибири становится всё масштабнее и сопровождается строительством городов и вахтовых посёлков, дорог, магистральных и сборных трубопроводов, вырубкой лесов, что зачастую приводит к деградации земель и загрязнению водных ресурсов. В условиях высокой заболоченности исследуемой территории, которая по разным оценкам составляет 45-50% [1-2], особую важность приобретают региональные исследования химического состава болотных вод, которые призваны обеспечить достаточный объём информации для оценки экологического состояния заболоченных территорий, нормирования антропогенной нагрузки и определения границ устойчивости ландшафтов в условиях их интенсивного хозяйственного освоения. Одной из проблем таких территорий является отсутствие грамотных подходов к оценке состояния и определению интенсивности антропогенной нагрузки, особенно на участках нефтегазо- и торфодобычи при разработке проектов рекультивации. Исследования, проведенные целым рядом авторов, показали, что болотные воды в естественном состоянии содержат в высоких концентрациях органические вещества,

железо и ионы аммония, значительно превышающих установленные предельно допустимые нормы [3]. Высокие концентрации этих показателей определяют соответствующее превышение и для речных вод Западной Сибири. Особенности состава болотных вод с точки зрения принятых норм ПДК позволяют характеризовать их как, несомненно, загрязненные, а данная территория характеризуется как неблагоприятная для водопользования. Между тем отмеченные высокие концентрации некоторых компонентов, в первую очередь, определяются природными процессами, протекающими в торфяной залежи болот, и не являются следствием процесса техногенного загрязнения. Такая характеристика не позволяет провести адекватный анализ экологического состояния заболоченных территорий. Применение концепции ПДК и основанных на ней оценок антропогенного воздействия, на наш взгляд, некорректно и требует расширения стандартной программы мониторинга природных вод, введения дополнительных гидрохимических показателей [4]. По нашему мнению, оценка качества вод должна строиться, прежде всего, на определении фоновых показателей химического состава болотных вод, для определения которых требуется большой объём региональных гидрохимических исследований.

Цель работы: изучение региональных особенностей химического состава болотных вод Западной Сибири на примере Томской области.

Воистинова Елена Сергеевна, научный сотрудник лаборатории торфа и экологии. E-mail: elenavoistinova@yandex.ru

Харанжевская Юлия Александровна, кандидат геолого-минералогических наук, заведующая лабораторией торфа и экологии. E-mail: kharan@yandex.ru

Материалы и методы исследования.

Материалом для исследования являются данные по химическому анализу проб болотных вод, отбор которых проводился на 17 типичных болотных массивах, разных по типу водного питания в рамках экспедиционных исследований в летний период 2011 г., а также результаты, полученные геологопоисковыми экспедициями при изучении и детальной разведке торфяных месторождений Томской области (рис. 1). Для отбора проб с помощью торфяного бура на каждом болоте организовывалось по одной скважине глубиной около 1 м. Пробы отбирались с глубины 30-50 см в специально подготовленную стеклянную и пластмассовую посуду [5]. Сразу после отбора определялась температура воды и неустойчивые компоненты pH, CO₂, HCO₃⁻, проводилась консервация проб для определения Fe_{общ}, NO₃⁻ в соответствии с [3]. Химический анализ макрокомпонентного состава болотных вод выполнялся в лаборатории торфа и экологии СибНИИСХиТ согласно [6-12]. Концентрация гуминовых и фульвокислот определялась методом Ю.Ю. Лурье [13]. Концентрация тяжёлых металлов определялась методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторе типа ТА [14].

Результаты и их обсуждение. Образование и развитие болот сопровождается

формированием особого типа природных вод, богатых органическими веществами – болотных вод. Химический состав болотных вод имеет региональные особенности в содержании элементов, зависит от типа и свойств торфяной залежи, климатических и гидрогеологических условий территории. Проведенные исследования химического состава болотных вод позволили отметить, что соотношение анионов и катионов, сумма ионов, содержание растворённых газов и микроэлементов в водах болот определяются геоморфологическими и гидрогеологическими условиями их залегания (табл. 1). Так, пойменные низинные болота, питаемые подземными и паводковыми водами, имеют наибольшую минерализацию вод, концентрацию HCO₃⁻, Ca²⁺, Mg²⁺, Fe_{общ}, K⁺, нейтральную реакцию среды, минимальное содержание органических веществ и растворённого углекислого газа; в то время как воды террасных низинных болот, подпитываемые грунтовыми водами, слабокислые, обладают меньшей суммой ионов, однако более обогащены органическими веществами, гуминовыми и фульвокислотами, содержат в большем количестве свинец, медь и цинк. Концентрация железа в водах низинных террасных и пойменных болот превышает его содержание в водах болот других типов (рис. 2).

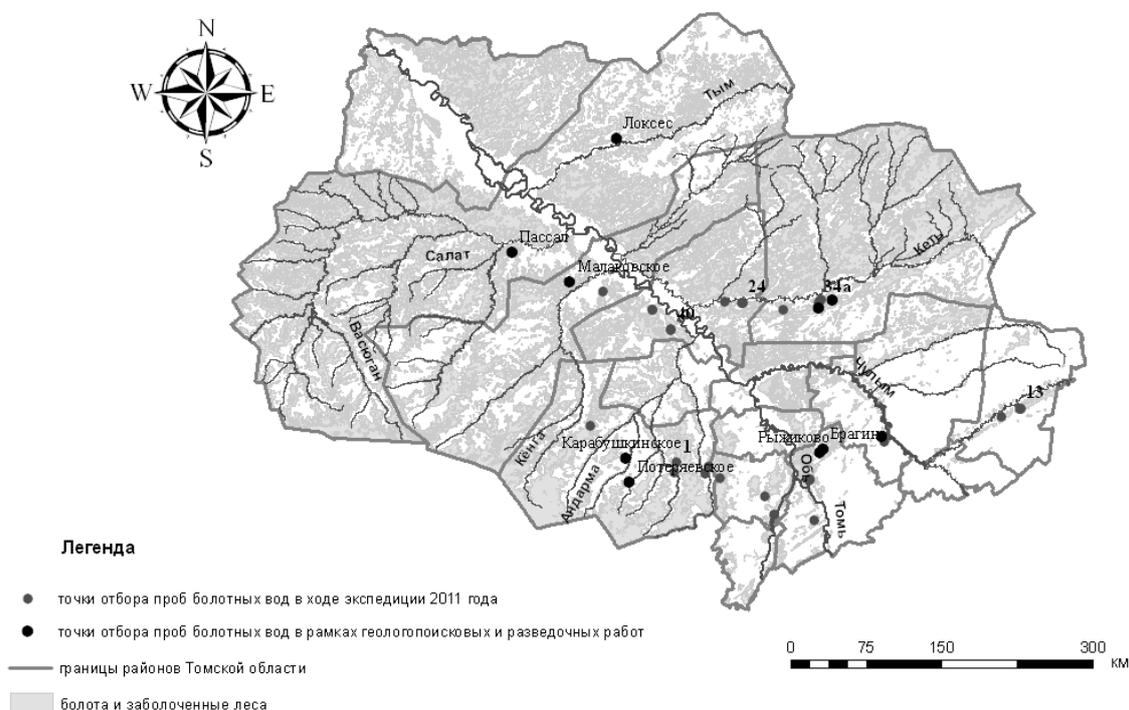


Рис. 1. Точки отбора проб болотных вод на территории Томской области

Воды пойменных переходных болот слабокислые, кислые с минерализацией изменяющейся в широких пределах (от 16 до 90 мг/л). В водах переходных пойменных болот отмечено

максимальное содержание HCO₃⁻, Ca²⁺, Mg²⁺, Fe_{общ} и минимальное углекислого газа среди переходных болот. Воды террасных переходных болот кислые, со средним содержанием

минеральных веществ 22 мг/л. В составе органических веществ преобладают фульвокислоты, концентрация которых превышает содержание гуминовых кислот в болотных водах в 9 раз. Отличительной особенностью вод террасных переходных болот является низкое содержание меди. Высокие концентрации ионов аммония, свинца и растворённого углекислого газа наблюдаются в водах переходных болот террас и водораздельных междуречных пространств.

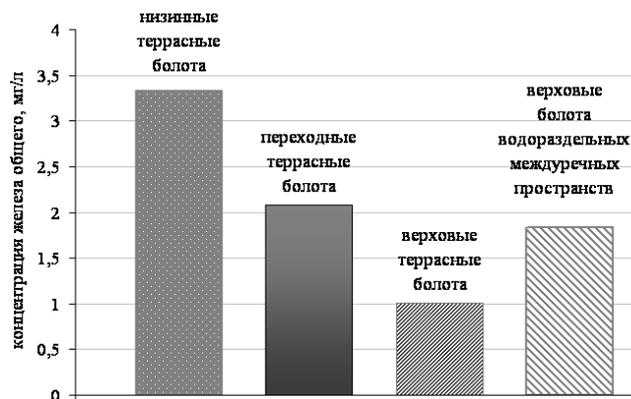


Рис. 2. Содержание железа общего в водах болот Томской области

Таблица 1. Химический состав болотных вод Томской области

Компонент химического состава болотных вод	Низинное болото		Переходное болото			Верховое болото	
	пойменное	террасное	пойменное	террасное	водораздельных междуречных пространств	террасное	водораздельных междуречных пространств
водородный показатель, ед. рН	6,30±1,08	6,07±0,68	4,84	4,15±0,62	3,75	3,95±0,28	3,81±0,52
К, мг/л	3,25±0,49	0,92±0,51	0,7	1,05±0,91	2,1	0,40	0,82±0,39
NA, мг/л	5,55±1,20	5,96±4,73	0,5	0,45±0,07	0,6	1,2	1,27±0,87
Ca, мг/л	79,87±47,31	23,69±14,31	12,22	8,42±3,96	10,42	2,10±1,6	8,13±3,50
Mn, мг/л	12,55±5,15	6,98±5,73	6,68	4,19±0,94	3,88	0,73	2,18±0,99
ион аммония, мг/л	2,48±2,36	3,71±1,85	3,49	4,71±3,62	4,28	2,32	5,11±2,42
Fe общее, мг/л	39,95±39,10	3,34±2,83	2,27	2,08±1,16	1,65	1,01	1,83±0,66
хлорид ион, мг/л	2,79±0,25	6,85±2,39	2,86	3,55±2,56	3,92	3,10	3,64±1,34
сульфат ион, мг/л	9,07±5,07	4,05±3,08	9,2	3,70±0,96	5,3	6,04±1,36	5,00±1,86
гидрокарбонат ион, мг/л	341±176,37	115,92±98,21	36,97	19,53±5,17	13,79	<10	5,35
ХПК, мгО/л	62,15	166,75±42,60	Н	140,84±35,08	Н	91,58	148,62±57,06
диоксид углерода, мг/л	14,96	41,39±41,64	32,91	83,03±11,63	52,4	25,43	44,03±16,32
плотный остаток, мг/л	132,36±68,13	54,88±31,16	30	22,75±1,69	23	9,2	18,36±12,38
гуминовые кислоты, мг/л	1,88	8,30±2,13	Н	7,03±0,08	4,94	1,58	6,45±3,57
фульвокислоты, мг/л	14,21	48,43±16,29	Н	54,79±20,56	58,31	21,73	48,60±17,33
углерод водорастворимый, мг/л	33,59	81,80±28,88	Н	78,91±15,39	не опр.	46,44	64,69±18,09
Pb, мг/дм ³	0,0013	0,0023	Н	0,0027±0,0033	0,0035	0,003	0,0013±0,001
Cd, мг/дм ³	<0,0002	<0,0002	Н	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Cu, мг/дм ³	0,0014	0,0174	Н	0,0008	0,0049	0,001	0,0032±0,0025
Zn, мг/дм ³	0,025	0,034	Н	0,010±0,0098	0,014	0,011	0,015±0,014

Примечание: Н – содержание компонента химического состава вод не определялось

Воды верховых болот водораздельных междуречных пространств и террас кислые, содержат минимальное количество минеральных веществ, сопоставимое с содержанием в атмосферных осадках. В водах верховых болот водораздельных междуречных пространств определены максимальные концентрации ионов аммония, превышающие их содержание в водах верховых террасных болот в 2 раза (рис. 3). Проведенный анализ изменения состава болотных вод в зависимости от геоморфологических условий залегания болотных массивов позволил в пределах исследуемой территории выделить следующие районы в соответствии с природным районированием Томской области, которые характеризуются определенными различиями в химическом составе вод: Кеть-Тымский район (Кеть-Тымская наклонная равнина), Обь-Иртышский район (Васюганская наклонная равнина), Томский район (Томь-Колыванская складчатая зона, Чулымская наклонная равнина). Воды верховых болот Кеть-Тымского района содержат в меньшем количестве Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , $\text{Fe}_{\text{общ}}$, Cl^- , гуминовые и фульвокислоты по отношению к верховым болотам Обь-Иртышского района. В анионном составе вод верховых болот Кеть-Тымского района преобладают SO_4^{2-} и HCO_3^- .

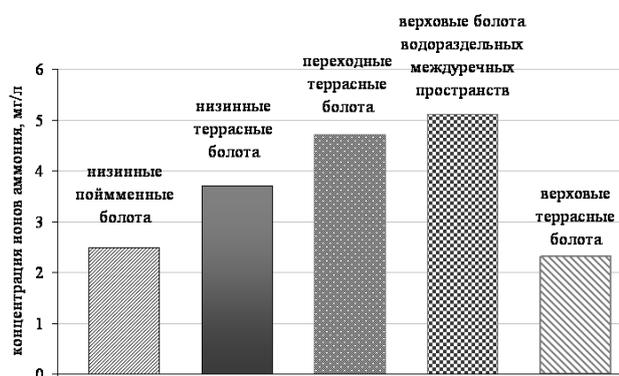


Рис. 3. Содержание ионов аммония в водах болот Томской области

Воды верховых болот Обь-Иртышского района отличаются многообразием ионно-солевого состава, характеризуются более высоким содержанием органических веществ в сравнении с болотами Кеть-Тымского района. В южных районах Васюганской наклонной равнины в катионном составе вод верховых болот преобладают ионы кальция вследствие повышенной карбонатности подстилающих пород. В водах переходных болот Томского района определены наиболее высокие концентрации ионов аммония, железа и органических веществ среди переходных болот Томской области. Переходные болота Кеть-Тымского и Томского района характеризуются более высокими значениями водородного

показателя и меньшим содержанием органических кислот. Высокие концентрации $\text{Fe}_{\text{общ}}$, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , HCO_3^- наблюдаются в водах низинных болот Обь-Иртышского района. Содержание SO_4^{2-} в водах низинных болот Кеть-Тымского района превышает его концентрации в водах болот других районов исследования.

Выводы: воды болот Томской области отличаются большим содержанием органических веществ, образующихся при разложении и трансформации органических остатков и торфа. Органогенная природа болотных вод определяет окислительно-восстановительные условия, формы нахождения и миграционную подвижность химических элементов. Существенное значение для pH воды имеет концентрация органических гумусовых кислот. Состав органического вещества вод верховых болот определяет низкие значения водородного показателя, кислую реакцию, низкое содержание или отсутствие гидрокарбонат иона. По классификации О.А. Алёкина воды верховых болот гидрокарбонатного, сульфатного, хлоридного класса, первого, четвёртого типа. В водах верховых болот наблюдается минимальное содержание минеральных веществ, сопоставимое с содержанием в атмосферных осадках. Переходные болота исследуемых районов по химическому составу вод более разнообразны: гидрокарбонатного, хлоридного, сульфатного класса, кальциевой, магниевой группы, третьего и четвертого типа кислые. Минерализация вод по величине плотного остатка переходных болот изменяется в широких пределах от 16 до 90 мг/л. Воды низинных болот, как правило, относятся к гидрокарбонатному классу кальциевой или магниевой группе первого типу, характеризуются нейтральной или слабокислой реакцией среды, концентрацией минеральных веществ от 54,9 до 132,4 мг/л и содержат железо в больших концентрациях до 40 мг/л.

Разнообразие природных условий формирования химического состава болотных вод на территории Томской области определяет региональные особенности в содержании химических элементов. Соотношение анионов и катионов, сумма ионов, содержание растворённых газов и микроэлементов вод болот меняется при изменении геоморфологических и гидрогеологических условий их расположения. Полученные результаты позволяют использовать их в качестве фоновых показателей химического состава болотных вод Томской области, необходимых для расчета предельно допустимых сбросов сточных вод.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 12-05-33036 – мол_a_вед

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Елисеева, В.М.* Торфяные болота и пути их использования / *В.М. Елисеева, Ю.А. Львов* // Природные биологические ресурсы Томской области и перспективы их использования. – Томск: Изд. ТГУ, 1966. С. 118-125.
2. *Инишева, Л.И.* Торфяные ресурсы Томской области и их использование / *Л.И. Инишева, В.С. Архипов, С.Г. Маслов, Л.С. Михантьева.* – Новосибирск, 1995. 88 с.
3. СанПиН 2.1.4.1074-01. Вода. Санитарные правила, нормы и методы безопасного водопользования населения: сборник документов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ИнтерСЭН, 2004. 868 с.
4. *Воистинова, Е.С.* Особенности химического состава вод болотных ландшафтов таежной зоны Западной Сибири в условиях интенсивной антропогенной нагрузки / *Е.С. Воистинова, Ю.А. Харанжевская* // Вода: химия и экология. 2013. № 8. С. 8-15.
5. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. – М., Госстандарт России. 44 с.
6. 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.
7. ПНД Ф 14.1:2.50-96. Методика выполнения измерений массовой концентрации общего железа в природных и сточных водах фотометрическим методом с сульфосалициловой кислотой.
8. ПНД Ф 14.1:2.4-95. Методика выполнения измерений массовой концентрации нитрат-ионов в природных и сточных водах фотометрическим методом с салициловой кислотой.
9. ПНД Ф 14.1:2.1-95. Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов аммония в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера.
10. ПНД Ф 14.1:2.98-97. Методика выполнения измерений жесткости в пробах природных и очищенных сточных вод титриметрическим методом.
11. ПНД Ф 14.1:2.111-97. Методика выполнения измерений массовой концентрации хлорид-ионов в пробах природных и очищенных сточных вод меркуриметрическим методом.
12. 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 спектроскопии.
13. *Лурье, Ю.Ю.* Унифицированные методы анализа вод. – М.: Наука, 1973. 376 с.
14. 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 типа ТА.

REGIONAL CHARACTERISTIC OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF BOG WATERS IN TOMSK OBLAST

© 2014 E.S. Voistinova, Yu.A. Haranzhevskaya

Siberian Scientific Research Institute of Agriculture and Peat, Tomsk

The analysis of regional features of bog waters chemical composition depending on geomorphological conditions of their bedding is carried out. It is noted that the inundated low-lying bogs fed by underground and flood waters, have the greatest mineralization of waters, are characterized by high concentration of iron while waters of terrace low-lying bogs possess the smaller sum of ions, however are more enriched with organic matters, humic and fulvic acids. Waters of terrace transitional bogs differs by smaller content of mineral substances at increase in ion concentration of ammonium and dissolved carbon dioxide. Waters of water partite riding bogs contain the minimum quantity of mineral substances comparable to the contents in atmospheric precipitation, and the maximal ion concentrations of ammonium. The carried-out analysis of change the bogs waters composition depending on geomorphological conditions of bogs massifs bedding allowed to allocate 3 areas which are characterized by particular distinctions in chemical composition of waters within the studied territory.

Key words: *chemical composition, bog waters, regional features, assessment, zoning*

Elena Voistinova, Research Fellow at the Laboratory of Peat and Ecology. E-mail: elenavoistinova@yandex.ru
Yuliya Kharanzhevskaya, Candidate of Geology and Mineralogy, Chief of the Laboratory of Peat and Ecology. E-mail: kharan@yandex.ru