

УДК 551.482.212

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ НЕНАРУШЕННЫХ БОЛОТНЫХ СИСТЕМ НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

В.А. Льготин, О.Г. Савичев*, О.Г. Савичева

ОАО «Томскгеомониторинг», г. Томск
*Томский политехнический университет
E-mail: OSavichev@mail.ru

Приводятся результаты изучения химического состава почв, донных отложений, речных и болотных вод на незатронутых хозяйственной деятельностью участках водосборных бассейнов рр. Васюган и Парабель (притоки р. Обь). Полученные данные характеризуют природное состояние компонентов болотных биогеоценозов на территории Томской области (Западная Сибирь) и могут быть использованы для оценки антропогенного воздействия на окружающую среду. Показано, что высокие содержания в поверхностных водах региона органических веществ в значительной степени связаны с их выносом из болотных почв.

Ключевые слова:

Эколого-геохимическое состояние, болотные экосистемы, Томская область.

Введение

Хозяйственное освоение равнинной части Западной Сибири характеризуется, прежде всего, развитием нефтегазодобывающего комплекса, в процессе функционирования которого возникают задачи объективной оценки антропогенного воздействия на окружающую среду. В свою очередь, такую оценку невозможно провести, не имея представления о состоянии ненарушенных биогеоценозов. Достаточно часто такое состояние называют «фоновым», однако разные авторы вкладывают в это понятие различный смысл. Например, в [1] под «фоном природным» понимается «естественная концентрация вещества», в то время как в [2], «фоновая» концентрация – это статистически обоснованная верхняя доверительная граница среднего содержания какого-либо вещества, рассчитанная за периоды с наиболее неблагоприятными гидрологическими условиями (обычно в зимнюю межень) выше по течению от источника загрязнения.

Проблемы другого рода связаны, во-первых, с тем, что болотные биогеоценозы Западной Сибири отличаются относительно высокой скоростью изменения состояния некоторых своих компонентов вследствие продолжающегося заболачивания обширных территорий и изменения условий водно-минерального питания существующих болот. Так, по данным [3–5], скорость вертикального прироста торфяных горизонтов изменяется от 0,39 до 2,62 мм/год при среднем значении около 1 мм/год.

Во-вторых, за последние десятилетия достаточно сильно изменения претерпели методы определения содержания некоторых веществ и методики полевых исследований. Например, в течение 1950–2000-х гг. изменились пропорции между количеством проб речных вод, отбираемых в равнинных притоках р. Обь [6]. С учетом этого, попытки простого сопоставления данных о каких-либо свойствах и химическом составе почв и вод, полученных до активного хозяйственного освоения в 1950–1960-е гг. территории к северу от г. Томск и в настоящее время далеко не всегда могут привести к достоверным выводам.

Тем не менее, существует острая потребность в объективных сведениях о состоянии окружающей среды в Западной Сибири, в целом, и Томской области, в частности. В связи с этим авторами в 2006 г. были проведены комплексные исследования двух участков в смежных бассейнах крупных левых притоков р. Обь – рр. Васюган и Парабель, не затронутых к этому времени хозяйственной деятельностью. В других частях бассейнов указанных рек, характеризующихся примерно такими же природными условиями формирования почвенного покрова, водного и гидрохимического режимов, ведется интенсивная добыча нефти и газа, что в перспективе определяет возможность проведения оценки антропогенного воздействия на окружающую среду нефтегазодобывающих районов региона путем сравнения современного состояния природных и природно-антропогенных объектов.

Объекты и методика исследований

Объектами мониторинга являлись компоненты природной среды в водосборах р. Салат (приток р. Чижалка, впадающей в р. Васюган), рр. Омелич и Чарус (притоки р. Парабель). Краткая характеристика объектов исследований и местоположения пунктов наблюдений приведена в табл. 1. Пункты наблюдений были выбраны таким образом, чтобы получить: 1) информацию по наиболее характерным участкам и компонентам природно-территориального комплекса; 2) объективную картину формирования и трансформации химического состава компонентов болотных биогеоценозов.

Наблюдения за состоянием речных и болотных вод были выполнены с учетом требований [7–9] и включали определение: 1) pH; 2) концентраций взвешенных веществ; 3) концентраций главных ионов – Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺, HCO₃⁻, SO₄²⁻, Cl⁻; сухого остатка; 4) значений химического/биохимического потребления кислорода (ХПК и БПК₅); 5) концентраций биогенных элементов – Fe, Si, NO₃⁻, NO₂⁻, NH₄⁺, PO₄³⁻; 6) концентраций специфических веществ – нефтепродуктов, микроэлементов – Cu, Pb, Zn; 7) токсичности. Наблюдения за состоянием донных отложений, почв и торфов выполнены согласно [10–12]. В донных отложениях и почвах определялись такие показатели как содержания нефтепродуктов, кислоторастворимых соединений Cu, Pb, Zn. В почвах также определялись гидролитическая кислотность, pH в водной вытяжке, содержания кальция и магния. Классификация почв выполнена согласно [13]. Пробы воды из рек отбирались на стрежне из слоя 0,5 м от поверхности. В тех же пунктах отбирались пробы донных отложений; почвы – из верхнего горизонта (соответственно А и А₂), торфяные болотные почвы – из деятельного горизонта, в ряде случаев – до минерального дна. Лабораторные работы выполнены в аккредитованной лаборатории ОАО «Томскгеомониторинг» по аттестованным методикам.

Результаты исследований и их обсуждение

Почвы. Распространенные на рассматриваемой территории почвы по условиям формирования могут быть разделены на две основные группы: 1) почвы на минеральных породах на суходольных участках и в речных поймах с разной степенью аккумуляции свежего материала (минеральные почвы); 2) почвы, образованные в условиях преобладания аккумуляции органического материала (органогенные почвы).

Минеральные почвы. По полученным данным, реакция среды изменяется от кислой в подзолистых почвах, формирующихся в условиях поступления опада кислой природы и промывного режима, до близкой к нейтральной в дерново-глеевой и аллювиальных дерновых почвах (табл. 2). Значения pH в диапазоне 6,3...6,5 обусловлены поступлением минерализованного наилка, что подтверждается более высоким содержанием подвижных форм кальция и магния.

Таблица 1. Характеристика изученных компонентов окружающей среды и пунктов наблюдений (п.н.) за их состоянием

№ п.н.	Местоположение пункта наблюдений	Компонент среды	Характеристика компонента окружающей среды	Дата наблюдений
П1	Нижнее течение р. Оглат	Почвы	Аллювиальные дерновые кислые	24.05.06
П2	Нижнее течение р. Чарус			24.05.06
П3	Устье р. Омелич		Дерново-поверхностно-глеевые	24.05.06
П4	Междуречье рр. Оглат и Самлат		Подзолистые иллювиально-железистые	14.09.06
П5	Междуречье рр. Салат и Самлат			14.09.06
П6	Междуречье рр. Погогон-Еган и Янпул			14.09.06
П7	Междуречье рр. Кудья и Чарба		Торфяные болотные переходные	24.05.06
П8	Междуречье рр. Кудья и Чарба		Торфяные болотные верховые	24.05.06
П9	Междуречье рр. Кудья и Чарба			24.05.06
П10	Междуречье рр. Кудья и Чарба			24.05.06
П11	Устье р. Чарус			24.05.06
П12	Междуречье рр. Оглат и Самлат		Торфяные болотные переходные	14.09.06
П13	Междуречье рр. Салат и Самлат		Торфяные болотные верховые	14.09.06
П14	Междуречье рр. Погогон-Еган и Янпул			14.09.06
Б1	Устье р. Чарус	Болотные воды	Низинное болото	24.05.06
Б2	Междуречье рр. Кудья и Чарба		Переходное болото	24.05.06
Б3	Междуречье рр. Кудья и Чарба		Верховое болото	24.05.06
Б4	Междуречье рр. Кудья и Чарба			24.05.06
Б5	Междуречье рр. Оглат и Самлат		Переходное болото	14.09.06
Б6	Междуречье рр. Салат и Самлат		Верховое болото	14.09.06
Б7	Междуречье рр. Погогон-Еган и Янпул			14.09.06
Р1	Нижнее течение	Речные воды	р. Чарус (приток р. Парабель)	24.05.06
Р2	Верховье		р. Кудья (приток р. Омелич)	24.05.06
Р3	Нижнее течение		р. Омелич (приток р. Парабель)	24.05.06
Р4	Верховье		р. Оглат (приток р. Салат)	14.09.06
Р5	Среднее течение		р. Самлат (приток р. Салат)	14.09.06
Р6	50 м ниже по течению от устья р. Самлат		р. Салат (приток р. Чижалка – приток р. Васюган)	14.09.06
Д4	Верховье	Донные отложения	р. Оглат	14.09.06
Д5	Среднее течение		р. Самлат	14.09.06
Д6	50 м ниже по течению от устья р. Самлат		р. Салат	14.09.06

В отобранных пробах почв, как было указано выше, определялись содержания веществ, идентифицируемых как «нефтепродукты» и представляющих собой, согласно [14], неполярные и малополярные углеводороды, растворимые в гексане и сорбирующиеся на оксиде алюминия. Однако эти вещества были обнаружены и в районе исследований, несмотря на отсутствие на этой территории объектов нефтегазодобычи, трубопроводного транспорта и иных источников углеводородного загрязнения. Так, содержание нефтепродуктов в исследованных почвах достигает 349,9 мг/кг. При этом отметим, что нефтяные компоненты были обнаружены в незагрязненных почвах Западной Сибири и другими авторами [15, 16]. Можно предположить, что присутствие углеводородов обусловлено влиянием природных факторов, например, процессов биосинтеза и биоассимиляции микроорганизмов и трансформации органических веществ. Содержания тяжелых металлов в изученных минеральных почвах в основном лежат в пределах соответствующих ПДК.

Таблица 2. Геохимические показатели незагрязненных минеральных почв в бассейнах рр. Васюган и Парабель

Показатель	Номер пункта отбора проб					
	П1'	П2'	П3'	П4 ²	П5 ²	П6 ²
рН водной вытяжки	6,3	6,5	5,9	4,6	4,7	4,6
Гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г	5,19	6,68	13,73	8,0	6,3	7,5
Сумма Са и Mg в водной вытяжке, мг-экв/100 г	6,0	16,0	10,0	5,03	4,98	5,00
Нефтепродукты, мг/кг	132,0	189,2	349,9	220,6	97,8	<50
Pb, мг/кг	–	–	–	4,94	9,06	<1,0
Cu, мг/кг	–	–	–	1,4	2,4	<1,0
Zn, мг/кг	–	–	–	3,9	6,7	<1,0

Примечания: 1 – горизонт А; 2 – горизонт А₂

Органогенные почвы. Изученные торфяные болотные верховые и переходные почвы характеризуются кислой реакцией среды, невысоким содержанием подвижных форм кальция и магния и высокой гидролитической кислотностью (табл. 3).

Содержания тяжелых металлов определялись только в пробах торфяных почв, отобранных в бассейне р. Васюган. По полученным данным, концентрации Pb и Cu не превышают нормативных значений, установленных для минеральных почв.

Болотные воды. Наибольшую площадь в пределах рассматриваемой территории занимают верховые болота, в пределах которых опробование болотных вод проводилось в пунктах Б3, Б4, Б6, Б7. Изученные воды в целом характеризуются как слабо кислые, пресные с малой минерализацией. Содержания в них органических веществ составляет более 40 мгС/дм³ (табл. 4).

Переходные болота по определению имеют свойства, переходные между низинными и верховыми болотами. Так, для переходных болот, как и для низинных, характерно питание грунтовыми во-

дами, но связь между болотными и подземными водами затруднена или имеет сезонный характер, а вклад атмосферных осадков в водное питание болот более значителен, чем для низинных болот. Данное обстоятельство закономерно отражается на химическом составе болотных вод, пробы которых были отобраны в пунктах Б2 и Б5. Площадь распространения в районе исследований низинных болот заметно меньше площади под верховыми и переходными болотами. В пределах рассматриваемой территории низинные болота (пункт Б1) расположены в притеррасных частях речных долин. В водном питании этих болот существенно увеличивается доля грунтовых вод. Вследствие этого минерализация вод низинных болот в одни и те же фазы водного режима выше, чем для других типов болот, а в ионном составе увеличивается доля ионов Са²⁺, Mg²⁺ и НСО₃⁻ (более высокое значение сухого остатка в пробе, отобранной в пункте Б5, связано с разницей во времени проведения наблюдений).

Таблица 3. Геохимические показатели незагрязненных торфяных болотных почв в бассейнах рр. Васюган и Парабель

Пункт наблюдения	Глубина, м	рН вод.	Са+Mg в.в., мг-экв/100 г	СаСО ₃ , %	Гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г	Pb, мг/кг	Cu, мг/кг
П7	0,0...0,1	4,7	20	0	83,47	–	–
	0,4...0,5	4,8	12	0	92,75	–	–
	0,9...1,0	5,0	8	32,5	61,22	–	–
	1,2...1,3	5,1	18	32,5	53,18	–	–
П8	0,0...0,1	4,4	10	2,5	96,46	–	–
	0,4...0,5	4,8	10	25	66,78	–	–
	0,9...1,0	4,2	4	27,3	63,07	–	–
П9	0,0...0,1	3,8	10	0	115,01	–	–
	0,4...0,5	4,1	16	27,3	96,46	–	–
	0,9...1,0	4,7	14	0	118,72	–	–
	1,4...1,5	4,6	6	27,3	77,29	–	–
	1,9...2,0	4,4	10	2,5	133,56	–	–
	2,4...2,5	4,7	6	2,5	82,55	–	–
П10	0,0...0,1	3,4	22	0	115,90	–	–
	0,4...0,5	4,2	14	5	118,72	–	–
	0,9...1,0	5,0	4	0	118,72	–	–
	1,2...1,3	4,8	6	2,5	118,72	–	–
П11	0,0...0,1	3,8	16	0	118,72	–	–
	0,4...0,5	4,5	16	15	111,30	–	–
	0,9...1,0	4,3	6	25,9	62,28	–	–
	1,4...1,5	5,2	4	2,5	118,72	–	–
	1,7...1,8	5,5	10	5	133,50	–	–
П12	0,0...0,25	–	–	–	–	0,71	1
П13	0,0...0,25	–	–	–	–	<1,0	1,49
П14	0,0...0,25	–	–	–	–	1,37	<1,0

Таблица 4. Гидрохимические показатели незагрязненных болотных вод в бассейнах рр. Васюган и Парабель, концентрации даны в мг/дм³

Показатель	Номер пункта отбора проб						
	Б1	Б2	Б3	Б4	Б5	Б6	Б7
рН	3,9	4,0	4,2	4,2	4,5	3,5	3,7
ХПК, мгО/дм ³	124,3	107,5	248,6	285,6	–	344,0	57,1
БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	1,40	6,50	7,5	5,3	6,52	3,73	1,92
Токсичность, %	74	2	57	39	84	87	50
Взвешенные вещества	10,0	1011,0	69,0	107,0	–	372,0	12
Сухой остаток	170,0	97,0	47,3	48,4	324,0	153,0	80,0
Ca ₂ ⁺	14,0	4,0	4,0	<1,0	20,0	6,0	4,0
Mg ₂ ⁺	6,08	4,9	3,65	0,0	6,1	2,4	7,3
K ⁺	1,6	2,8	1,40	1,40	<1,0	<1,0	<1,0
Na ⁺	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
HCO ₃ ⁻	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
Cl ⁻	2,9	3,6	2,6	5,5	6,6	6,6	2,8
SO ₄ ²⁻	6,7	8,0	7,3	4,9	5,1	5,9	4,7
PO ₄ ³⁻	0,25	0,18	0,18	0,15	0,84	<0,05	<0,05
NH ₄ ⁺	1,0	1,10	1,30	1,42	0,96	1,02	1,23
NO ₂ ⁻	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
NO ₃ ⁻	3,09	2,47	1,90	1,88	1,24	1,79	2,33
Si	3,7	1,9	2,8	1,30	2,3	0,83	0,63
Fe _{общ.}	0,78	0,53	0,82	0,44	8,54	2,76	1,17
Pb	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Cu	0,0010	0,0010	<0,001	<0,001	<0,0006	<0,0006	<0,0006
Zn	0,005	0,0040	<0,001	0,010	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Нефтепродукты	0,93	0,10	0,84	1,24	0,2	0,09	0,04

Все изученные болотные воды являются пресными с малой и средней минерализацией (по классификации О.А. Алекина), содержат большое количество Fe, соединений азота. Практически во всех изученных пробах болотных вод установлены очень высокие значения ХПК и БПК₅ (табл. 4). Концентрации нефтепродуктов на момент проведения исследований превышали ПДК для водных объектов хозяйственно-питьевого назначения в трех пробах из семи. Присутствие в болотных водах этих веществ объясняется накоплением продуктов разложения растительных остатков и трансформации органического вещества торфов, то есть связывается с природными факторами. Подтверждением этого вывода, помимо отсутствия на рассматриваемой территории источников нефтяного загрязнения, служат приведенные в [17] данные о составе *n*-алканов в незагрязненных болотных водах Томской области, в которых преобладают парафины группы C₂₅:C₃₃ с нечетным количеством атомов углерода. Согласно [19], это указывает на поступление значительной части парафиновых углеводородов в водную среду при разложении растительных остатков.

По полученным данным, болотные воды более токсичны, чем речные (табл. 4, 5), что, предположительно, связано с более высокой концентрацией

органических и органоминеральных соединений природного происхождения. В то же время, на основе имеющейся информации пока не представляется возможным однозначно установить перечень веществ, определяющих токсичность воды.

Речные воды. Воды изученных малых рек являются пресными с малой и средней минерализацией, гидрокарбонатными кальциевыми. Качество речных вод на всей рассматриваемой территории характеризуется превышением установленных нормативов по содержанию азота NH₄⁺ и NO₂⁻, Fe, нефтепродуктов и органических веществ по величине ХПК и БПК₅, что объясняется поступлением в речную сеть болотных вод, содержащих большое количество органических веществ (табл. 4, 5). Органические вещества частично минерализуются, в результате чего в воде образуются ионы NH₄⁺ и NO₂⁻ в количестве, превышающем ПДК для водных объектов рыбохозяйственного назначения. Кроме того, фульвокислоты, содержащиеся в болотных водах, образуют с железом соединения, которые могут накапливаться в природных водах во взвешенных, коллоидных и водорастворимых формах в значительных количествах. Аналогичный механизм накопления в поверхностных водах, вероятно, характерен и для ряда других металлов.

Таблица 5. Гидрохимические показатели речных вод в бассейнах рр. Чижалка и Парабель, концентрации даны в мг/дм³

Показатель	Номер пункта отбора проб					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
рН	6,8	4,8	6,6	5,5	7,2	7,1
ХПК, мгО/дм ³	70,6	151,2	72,2	114,2	38,6	38,6
БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	0,70	1,0	5,40	1,9	1,7	1,38
Токсичность, %	2	26	2	28	33	21
Взвешенные вещества	227,0	<2,0	258,6	8,0	13,0	13,0
Сухой остаток	147,0	53,0	167,0	123,0	195,0	163,0
Ca ₂ ⁺	10,0	<1,0	30,1	10,0	38,1	26,1
Mg ₂ ⁺	4,9	0,0	4,86	3,6	13,4	8,5
K ⁺	1,5	1,2	2,3	<1,0	<1,0	<1,0
Na ⁺	1,0	<1,0	1,9	<1,0	3,8	5,1
HCO ₃ ⁻	36,6	<10,0	67,2	<10,0	171,0	109,9
Cl ⁻	3,8	2,1	7,4	2,4	2,4	3,3
SO ₄ ²⁻	12,5	8,2	12,3	<2,0	<2,0	<2,0
PO ₄ ³⁻	0,34	<0,05	0,39	<0,05	0,60	0,45
NH ₄ ⁺	0,49	0,55	0,85	0,78	0,83	0,93
NO ₂ ⁻	<0,03	<0,03	0,10	<0,03	<0,03	<0,03
NO ₃ ⁻	1,51	1,05	4,84	2,58	1,09	2,18
Si	4,3	1,7	3,2	–	–	–
Fe _{общ.}	1,18	0,58	0,36	0,88	1,69	1,22
Pb	<0,002	<0,002	<0,002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Cu	<0,001	0,0010	0,0010	<0,0006	<0,0006	<0,0006
Zn	0,0007	0,0020	0,0020	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Нефтепродукты	0,04	0,05	0,49	<0,02	0,32	<0,02

В целом, установленные показатели качества вод рр. Омелич, Чарус, Кудья, Самлат, Оглат и Салат являются характерными для данного региона и

существенно не отличаются от соответствующих среднемноголетних характеристик малых рек Обь-Иртышского междуречья [6], причем по мере увеличения интенсивности водообмена происходит уменьшение концентраций целого ряда веществ и токсичности поверхностных вод. Изученные речные воды в основном не токсичны (рр. Омелич, Чарус) или токсичны в допустимых пределах (рр. Кудья, Салат, Самлат, Оглат).

Донные отложения. Параллельно с гидрохимическими исследованиями на рр. Салат, Самлат и Оглат было проведено изучение донных отложений (табл. 6). Полученные данные свидетельствуют о заметно меньших, чем в других реках региона, концентрациях микроэлементов и нефтепродуктов [19]. Также можно сделать вывод о том, что значимая связь между концентрациями изученных веществ в донных отложениях и речных водах, по крайней мере на момент проведения исследований, отсутствовала.

Таблица 6. Геохимические показатели донных отложений в бассейне р. Салат, мг/кг

Показатель	Пункт отбора проб		
	Д4	Д5	Д6
Pb	6,25	2,61	<1,0
Cu	4,0	3,0	<1,0
Zn	7,14	3,48	3,39
Нефтепродукты	68,9	<50	<50

По сравнению с почвами в районе исследований, в донных отложениях содержится значительно меньше углеводов и примерно такое же количество Pb, Cu, Zn (табл. 2, 3, 6). Наиболее высокие концентрации веществ, идентифицируемых как «нефтепродукты», обнаружены в донных отложениях р. Оглат, в водосборе которой расположен заказник областного значения. С учетом этого можно предположить, что углеводороды в донные отложения рек поступают в результате выноса частиц почвы с поверхностным и грунтовым стоком.

Заключение

Выполненные комплексные геоэкологические исследования позволили оценить естественное состояние почвенного покрова, поверхностных вод и речных отложений на незатронутых хозяйственной

деятельностью участках бассейнов рр. Парабель и Васюган. Это состояние характеризуется, прежде всего, высокими содержаниями органических веществ во всех изученных компонентах окружающей среды вследствие сильной заболоченности территории. В процессе болотообразования происходит частичное разложение растительных остатков, сопровождающееся накоплением в болотных водах и торфяных почвах углеводов, фенолов, органических кислот и продуктов разложения органических веществ, например, ионов NH_4^+ . Органические кислоты, в свою очередь, образуют соединения с железом и рядом других элементов, накапливающиеся в болотных водах в коллоидной, взвешенной и растворенной формах.

Во время таяния сезонных снегов и выпадения дождей на территории формируется поверхностный и грунтовой сток, поступающий затем в речную сеть. По мере увеличения водности рек-примников этого стока происходят разбавление содержания органических и биогенных веществ и их трансформация, сопровождающаяся образованием NO_2^- , снижением значений ХПК, уменьшением концентраций NH_4^+ , углеводов и других веществ. Тем не менее, этот процесс протекает не в той мере, чтобы обеспечить снижение концентраций многих веществ до допустимого уровня. Как следствие – отмечаются повышенные значения ХПК и БПК₅, содержания NH_4^+ , NO_2^- , Fe, Cu и т. д.

С учетом этого, при осуществлении хозяйственной деятельности на этой территории в будущем следует ожидать достаточно высокие концентрации углеводов в торфяных почвах, болотных и речных водах и более высокие, чем ПДК, содержания NH_4^+ , NO_2^- , Fe, фенолов, органических веществ по величинам ХПК и БПК₅, Cu, Hg, Zn в поверхностных водах. На основе анализа полученных результатов можно утверждать, что наиболее характерными признаками антропогенного загрязнения в регионе являются: 1) для болотных вод – содержания нефтепродуктов более 1,3 мг/дм³, Cl⁻ – более 10 мг/дм³; 2) для вод малых рек – содержания нефтепродуктов – более 0,5 мг/дм³, NH_4^+ – более 1,0 мг/дм³, NO_2^- – более 0,1 мг/дм³, Cl⁻ – более 8...10 мг/дм³, БПК₅ – более 5,5 мг/дм³.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант Р_ОФИ 06-05-96924); 08-05-92500-НЦНИЛ а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Реймерс Н.Ф. Природопользование. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
2. РД 52.24.622-2001. Методические указания. Проведение расчетов фоновых концентраций химических веществ в воде водотоков. – М.: Росгидромет, 2001. – 68 с.
3. Львов Ю.А. Болотные ресурсы // Природные ресурсы Томской области. – Новосибирск: Наука, 1991. – С. 67–83.
4. Нейштадт М.И. Характеристика болот – важнейшего современного ландшафта северной части Западно-Сибирской равнины // Научные предпосылки освоения болот Западной Сибири. – М.: Наука, 1977. – С. 48–66.
5. Пологова Н.Н., Лапшина Е.Д. Накопление углерода в торфяных залежах Большого Васюганского болота // Большое Васюганское болото. Современное состояние и процессы развития / Сб. статей под ред. М.В. Кабанова. – Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2002. – С. 174–179.
6. Савичев О.Г. Реки Томской области: состояние, использование и охрана. – Томск: Изд-во Томск. политехн. ун-та, 2003. – 202 с.
7. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. – М.: Госстандарт России, 2000. – 31 с.
8. РД 52.24.309-92. Методические указания. Организация и проведение режимных наблюдений за загрязнением поверхност-

- ных вод суши на сети Росгидромета. – СПб.: Росгидромет, 1992. – 67 с.
9. ГОСТ 17.1.5.05-85. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков. – М.: МПК Изд-во стандартов, 2000. – 11 с.
 10. ГОСТ 17-1.5.01-80. Охрана природы. Гидросферы. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязнение. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 5 с.
 11. ГОСТ 17.4.3.01-83. Почвы. Основные требования к отбору проб. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. – 3 с.
 12. ГОСТ 17644-83. Торф. Методы отбора проб из залежи и обработки их для лабораторных испытаний. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 6 с.
 13. Классификация и диагностика почв СССР. – М.: Колос, 1977. – 223 с.
 14. Другов Ю.С., Родин А.А. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов. – СПб: Изд-во «Анатолия», 2000. – 250 с.
 15. Пиковский Ю.И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – 207 с.
 16. Солнцева Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. – М.: Изд-во МГУ, 1998. – 376 с.
 17. 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 / Сб. статей под ред. М.В. Кабанова. – Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2002. – С. 139–149.
 18. Берлин Ю.М., Верховская З.И., Егоров А.В. Нормальные алканы и изопреноидные углеводороды в донных осадках Карского моря // Океанология. – 1999. – № 2. – С. 228–232.
 19. Савичев О.Г., Базанов В.А. Химический состав донных отложений реки Васюган и ее притоков // Известия Томского политехнического университета. – 2006. – Т. 308. – № 3. – С. 37–41.

Поступила 14.02.2008 г.

УДК 624.131:551.3

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ТАЛОЙ ВОДЕ ЛЕДНИКА БОЛЬШОЙ АКТРУ (ГОРНЫЙ АЛТАЙ)

Л.П. Рихванов, Ю.В. Робертус*, А.В. Таловская, Р.В. Любимов**, А.Ю. Шатилов

Томский политехнический университет

*Алтайский региональный институт экологии, г. Горно-Алтайск

**Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул

E-mail: rikhvanov@tpu.ru

Обсуждается проблема изменения геохимического состава природной среды Западной Сибири за последние десятилетия по результатам изучения стратифицированных образований ледника Большой Актру (Горный Алтай). Установлено, что в толще ледника зафиксирована динамика изменения химического состава атмосферы за последние 50 лет. Наблюдается устойчивое поступление значительных количеств микроэлементов, особенно это, характерно для V, Be, Ta, Gr и Sb. Выделяются этапы максимума и минимума поступлений элементов. Судя по спектру химических компонентов, основным источником их поступления являются промышленные предприятия Восточно-Казахстанской области Республики Казахстан (г. Усть-Каменогорск и др.)

Ключевые слова:

Геохимия, ледники, техногенез, талая вода, Горный Алтай.

В настоящее время неуклонно растет интерес к изучению химического состава атмосферных выпадений на ледниковые покровы, так как они являются своеобразной летописью состава атмосферного воздуха и его загрязнения. Во многих отечественных и зарубежных научных работах приводятся данные по изучению химического состава выпадений в арктических и антарктических районах.

Многими исследователями выполнялось изучение содержания ряда микро- и макроэлементов (Na, Mg, K, Ca, Cl, Ti, Pb и др.) в ледниковом покрове Антарктики.

Например, исследования ледниковых отложений, характеризующих последние несколько тысяч лет [1, 2] и последние 100 лет [3, 4], показали, что Na, Mg, K, Ca, Fe, Al, Mn, Cl и Ti поступают в атмо-

сферу не только с поверхности океана, но и за счет выветривания земной коры.

Анализ проб с Антарктики, характеризующих доиндустриальный период развития (73000 лет до н.э.), показал, что поступление Pb, Cd, In и Te, пыли и соли происходило в результате пассивной дегазации вулканов в глобальном масштабе [5].

В работе [6] показано на примере изучения отложений ледника в Гренландии, характеризующих древний период (с 8250 до 149 100 лет до н.э.), что изменение содержания Pb, Cu, Zn и Cd зависело от изменения климата и преобладания источника загрязнения.

Проводилось изучение большого спектра микроэлементов, содержащихся в атмосферных аэрозолях над Антарктидой, Антарктикой и над Север-