

3. Давыдова Н.Д. Анализ состояния геосистем в зоне воздействия пылегазовых эмиссий / Н. Д. Давыдова // Тренды ландшафтно-геохимических процессов в геосистемах юга Сибири. – Новосибирск : Наука, 2004. – С. 91–104.
4. Давыдова Н.Д. Проблемы загрязнения природной среды Сибири // Успехи современного естествознания. 2014. № 5-1. С 186-189.
5. Добровольский В.В. Основы биогеохимии: Учебник для студ. высш. учеб. заведений. — М.: Издательский центр «Академия», 2003. — 400 с.
6. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 111 с.
7. Онищук Н.А. Особенности современного режима снежного покрова и химический состав атмосферных осадков в южной части Иркутской области: автореф. дис. ... канд. географических наук. Казан. фед. университет, Казань, 2010.
8. Онучин А.А., Буренина Т.А., Зубарева О.Н., Трефилова О.В., Данилова И. В. Загрязнение снежного покрова в зоне воздействия предприятий Норильского промышленного района // Сибирский экологический журнал. 2014. Т. 21. № 6. С. 1025-1037
9. Преловский В.А. Оценка состояния экосистемы в зоне воздействия Саяногорского промышленного комплекса // Вестник Томского муниципального института. - 2011. - № 347 (июнь). - С. 204-207
10. Стримжа Т. П., Неустроева М. В., Перфилова О. Ю. и др. Оценка атмосферного воздуха города Красноярска по снеговому покрову // Вестник КГПУ им. В. П. Астафьева. — Красноярск, 2012. Вып. 3. С. 319–327.
11. Хлебопрос Р.Г., Тасейко О.В., Иванова Ю.Д., Михайлюта С.В.. Красноярск. Экологические очерки: монография. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2012. – 130 с.
12. Янченко Н.И., Баранов А.Н., Чебыкин Е.П., Ершов В.А, Воднева Е.Н. Распределение некоторых элементов в снежном покрове в г. Братске. // Системы. Методы. Технологии, 2013; (4): 164-169.

### **ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ (Hg, As, Cd, Se, Pb, Zn) В СНЕГОВОМ ПОКРОВЕ В ОКРЕСТНОСТЯХ ТОМСКОЙ ГРЭС-2**

**Н.П. Самохина**

Научный руководитель доцент А.В. Таловская

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В городе Томске значительный вклад в общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от всех стационарных источников вносят предприятия теплоэнергетики, в том числе государственная районная теплоэлектростанция (ГРЭС-2) [4]. В своем технологическом процессе данная теплоэлектростанция использует уголь Кузнецкого бассейна и природный газ.

В литературе отмечается, что такие элементы как Hg, As, Cd, Se, Pb, Zn при сжигании углей образуют опасные концентрации в атмосфере, водах и почвах и относятся к токсичным и потенциально токсичным элементам [5].

В зоне воздействия Томской ГРЭС-2 выполнялся маршрутный отбор снеговых проб по векторной сети в северо-восточном направлении на расстоянии 0,7; 1,0; 1,3; 1,6 и 2,0 км от труб теплоэлектростанции. Локальный фон был расположен на территории обсерватория «Фоновая» ИОА СО РАН (недалеко от п.

Киреевск, 70 км от г. Томска). Все работы по отбору, подготовке и анализу снеговых проб проводились в соответствии с методическими рекомендациями [3] и руководству по контролю загрязнения атмосферы (РД 52.04.186-89). Объектом исследования являлся твердый осадок снега и талая снеговая вода.

Концентрацию Zn, As, Se, Cd, Pb в пробах определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой в химико-аналитическом центре «Плазма» (г. Томск). Концентрацию Hg в пробах определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии в лаборатории Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» при кафедре ГЭГХ ТПУ.

В таблице 1 приведены значения основных эколого-геохимических показателей изучаемых элементов (Hg, As, Cd, Se, Pb, Zn) в твердом осадке снега из зоны воздействия Томской ГРЭС-2.

Таблица 1

*Эколого-геохимические показатели химических элементов в твердом осадке снега из зоны воздействия Томской ГРЭС-2*

Расстояние от труб, км	С, мг/кг	Кс	Робщ, мг/(км <sup>2</sup> *сут)	Ка	С, мг/кг	Кс	Робщ, мг/(км <sup>2</sup> *сут)	Ка
<b>Zn</b>					<b>As</b>			
0,7	1073	7,6	49653	21	31	63	1453	2,0
1,0	933	6,6	59183	18	20	40	1264	1,2
1,3	1840	13	56414	36	27	53	814	1,7
1,6	3983	28	149760	78	42	85	1597	2,7
2,0	3097	22	134954	61	35	71	1542	2,2
<b>Cd</b>					<b>Se</b>			
0,7	0,9	3,1	42	5,7	9,6	0,8	446	5,1
1,0	0,8	2,6	49	4,8	17	1,4	1056	8,8
1,3	1,5	5,1	46	9,5	23	1,9	694	12
1,6	1,4	4,8	54	8,9	34	2,8	1297	18
2,0	1,5	5,0	64	9,2	14	1,1	592	7,1
<b>Hg</b>					<b>Pb</b>			
0,7	0,3	4,0	15	2,3	88	1,1	4069	2666
1,0	0,4	4,7	24	2,7	148	1,9	9357	4472
1,3	1,0	13	32	7,4	93	1,2	2865	2831
1,6	0,4	4,4	13	2,5	77	1,0	2878	2319
2,0	0,3	3,8	13	2,2	103	1,4	4509	3136

*Примечания: С – среднее содержание элемента в пробах твердого осадка снега, мг/кг, Кс – коэффициент концентрации элемента относительно фона, Робщ – общая нагрузка, создаваемая поступлением элемента в окружающую среду, Ка – коэффициент аэрозольной аккумуляции относительно Кларка в гранитном слое континентальной земной коры [1].*

Анализ данных о содержании элементов в пробах твердого осадка снега и талой снеговой воды показал, что все рассматриваемые элементы преимущественно концентрируются в твердой фазе снегового покрова.

Наибольшие коэффициенты концентрации в пробах твердого осадка снега наблюдаются у мышьяка (от 40 до 85). Относительно не высокие концентрации в сравнении с фоновыми наблюдаются у селена (Кс - от 0,8 до 2,8) и свинца (Кс - от 1,0 до 1,9). Значения содержаний кадмия в пробах в 3-5 раз выше фоновых, содержания ртути превышают фоновые значения от 4 до 13 раз, а содержания цинка выше фонового содержания в 6-28 раз.

Величина общей нагрузки (Робщ), создаваемой поступлением в окружающую среду таких элементов как цинк и селен увеличивается по мере удаления от труб ГРЭС-2, максимальные значения приходится на условно дальнюю зону воздействия (1,6 - 2,0 км). Максимальные значения общей нагрузки свинца и ртути сосредоточены в условно ближней зоне воздействия (до 1 км). По величине общей нагрузки, создаваемой поступлением мышьяка можно отметить, что данный элемент в составе пыли выпадает как в ближней зоне (до 1 км), так и на удалении 2 км от труб ГРЭС-2.

Значения коэффициентов аэрозольной аккумуляции кадмия и свинца указывают на умеренную (Ка от 1 до 10) интенсивность обогащения аэрозоля данными элементами, по классификации, предложенной В.В. Добровольским [2]. Тогда как для ртути мышьяка и цинка отмечается средняя (Ка от 10 до 50), для селена очень сильная (Ка более 100) интенсивность обогащения аэрозоля. Это указывает на локальный техногенный источник поступления элементов.

По результатам изучения проб талой снеговой воды выявлено, что концентрации селена, свинца и ртути не превышают фоновые показатели. Содержания кадмия находятся на уровне фоновых значений. Концентрации мышьяка в пробах в 2-3 раза выше фоновых значений. Содержания цинка превышают фон от 13 до 27 раз.

Наибольшие значения интенсивности нагрузки элементов в талой снеговой воде на территорию обнаружены у цинка, мышьяка и свинца.

Таким образом, по результатам проведенных исследований были выявлены общие закономерности распределения величины общей нагрузки, как в талой снеговой воде, так и в твердом осадке снега для мышьяка, селена, кадмия и свинца в зоне влияния Томской ГРЭС-2. По результатам расчета эколого-геохимических показателей загрязнения снежного покрова было выявлено, что Hg, As, Cd, Se, Pb и Zn имеют антропогенное происхождение.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых – кандидатов наук.

#### Литература

1. Беус А. А., Грабовская Л. И., Тихонова Н. В. Геохимия окружающей среды. М., «Недра», 1976, 248 с.
2. Добровольский В.В. Основы биогеохимии: учебник для студ. ВУЗов. М.: Издательский центр «Академия», 2003, с. 400.
3. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 111 с.
4. Экологический мониторинг: Доклад о состоянии и охране окружающей среды Томской области / ред. А. М. Адам; Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, ОГБУ «Облкомприрода». – Томск: Дельтаплан, 2013. — 172 с.
5. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Токсичные элементы-примеси в ископаемых углях. - Екатеринбург: УрО РАН, 2005. - 656 с.