

## С е к ц и я 10

# ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ

### АНАЛИЗ ПРИТОКА РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ (U, Th) ИЗ АТМОСФЕРЫ НА СНЕГОВОЙ ПОКРОВ В ОКРЕСТНОСТЯХ ТЭЦ-3 Г. КАРАГАНДЫ (РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН)

Т.Е. Адильбаева

Научный руководитель доцент А.В. Таловская

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

**Введение.** Исследование снегового покрова как системы, депонирующей загрязняющие вещества – важнейшая часть геоэкологического исследования. В этом смысле снеговой покров как естественный планшет-накопитель дает действительную величину сухих и влажных атмосферных выпадений в холодный сезон. Нерастворимая фаза снегового покрова, содержит широкий спектр токсичных примесей, а также радиоактивных элементов [1].

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха г. Караганды являются промышленные предприятия, имеющие котельные, работающие на твердом топливе, а также автотранспорт. В северной части города (Октябрьский район) расположен один из крупнейших энергопроизводящих предприятий г. Караганды – ТЭЦ-3 АО «Караганда Энергоцентр», в своем технологическом процессе использующая в качестве топлива уголь (~ 70 %) и мазут (~ 30 %). Выброс горения продуктов происходит через две дымовые трубы (100 м и 162 м соответственно), что приводит к их рассеянию над значительной территорией города и окрестностей [10].

В зимний период времени, согласно климатическим данным метеорологической станции г. Караганды [9], основной вынос атмосферных выбросов примесей от источников г. Караганды происходит в юго-западном и южном направлениях.

В данной работе обсуждаются результаты распределения радиоактивных элементов в снеговом покрове в окрестностях ТЭЦ-3 г. Караганды.

**Научная новизна работы.** Впервые на основе изучения состава снегового покрова проведена эколого-геохимическая оценка состояния территории г. Караганды в окрестностях ТЭЦ-3.

**Методика исследований.** В феврале 2014 г. автором проводился отбор проб снега на территории г. Караганды, всего было отобрано 23 пробы. Отбор проб проводили на северо-восточной, восточной, юго-восточной, южной, западной, северной границах на расстоянии 0,5 км, всего было отобрано 6 проб.

В окрестностях ТЭЦ-3 в направлении основного ветрового переноса загрязнений (юго-запад), также было отобрано 7 проб: в северо-западном направлении на расстоянии 0,6 км; 1,5 км; 2 км; юго-западном направлении – 0,6 км, северном направлении – 0,6 км; 1,5 км; 2 км. На территории жилого района находящегося в непосредственной близости от ТЭЦ-3 на юго-западе было отобрано 7 проб, по возможности по регулярной сети с шагом 500 м. Дополнительно пробы отбирали на расстоянии 10 км на юг от ТЭЦ-3, было отобрано 4 пробы.

Отбор и подготовку проб снега выполняли с учетом методических рекомендаций ИМГРЭ [3], руководствуясь по контролю загрязнения атмосферы [5] и на основе многолетнего практического опыта эколого-геохимических исследований на территории Западной Сибири.

Объектом исследования является нерастворимая фаза снегового покрова, который состоит из атмосферной пыли, осаждающейся на поверхность снегового покрова.

Содержание химических элементов в пробах нерастворимой фазы снегового покрова определяли инструментальным нейтронно-активационным анализом в аттестованной ядерно-геохимической лаборатории Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» на базе кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ (аналитики: Судыко А.Ф., Богутская Л.В.). Изучение вещественного состава проб нерастворимой фазы снегового покрова осуществлялся на бинокулярном микроскопе Leica EZ4D. Определялось процентное содержание минеральных и техногенных частиц методом сравнения с эталонными палетками, согласно запатентованной разработке [6].

Согласно [8] проводился расчет пылевой нагрузки  $P$  (мг/(м<sup>2</sup>·сут)) по формуле:  $P_n = P_o / S \cdot t$ , где  $P_o$  – масса пыли в пробе (мг; кг);  $S$  – площадь шурфа (м<sup>2</sup>; км<sup>2</sup>);  $t$  – время от начала снеговала (количество суток). В практике используется следующая градация по среднесуточной пылевой нагрузке: 100-250 - низкая; 251-450 - средняя; 451-850 - высокая; более 850 - очень высокая степень загрязнения.

Коэффициент концентрации (КК) рассчитывали, как отношения содержания элемента в нерастворимой фазе снегового покрова ( $C$ ) к кларку ноосферы ( $C_{\phi}$ ) по формуле:  $КК = C / C_{\phi}$ . Величина КК для урана и тория рассчитывалась относительно геохимического кларка ноосферы согласно работе [4].

Расчет величины среднесуточного притока выпадения урана и тория из атмосферы на снеговой покров ( $P_{\text{общ}}$  (мг/км<sup>2</sup>·сут)) проводился исходя из содержания элементов ( $C$ , мг/кг) в пробе и величины пылевой нагрузки ( $P_n$ , (кг/(км<sup>2</sup>·сут)) по формуле:  $P_{\text{общ}} = C \cdot P_n$ .

**Результаты и их обсуждение.** По результатам исследования в отобранных пробах средняя величина пылевой нагрузки изменяется с 89 до 689 мг/(м<sup>2</sup>·сут). Согласно нормативной градации [8] полученное значение соответствует высокой и низкой степеням загрязнения атмосферы (табл.).

Повышенное значение пылевой нагрузки наблюдается на расстоянии 0,5 км ТЭЦ-3 по всем направлениям, которое составляет в среднем 1086 мг/(м<sup>2</sup>·сут), что превышает среднее значение в 1,5 раза и соответствует очень высокой степени загрязнения, согласно существующей нормативной градацией [8].

В северо-западном направлении на расстоянии 0,6 км среднесуточная пылевая нагрузка равна – 1751 мг/(м<sup>2</sup>·сут), 1,5 км – 1518 мг/(м<sup>2</sup>·сут); 2 км – 1009 мг/(м<sup>2</sup>·сут). В юго-западном направлении 0,6 км данная величина составляет 668 мг/(м<sup>2</sup>·сут), это соответствует высокой степени загрязнения в соответствии с нормативной градацией [8]. В северном направлении – 0,6 км- 1853 мг/(м<sup>2</sup>·сут), 1,5 км - 423 мг/(м<sup>2</sup>·сут).; 2 км – 342 мг/(м<sup>2</sup>·сут). Это соответствует очень высокой и высокой степеням загрязнения атмосферы и чрезвычайно опасному уровню заболевания населения, согласно нормативной градации [8]. Наименьшее значение пылевой нагрузки было зафиксировано на расстоянии 10 км на юг от ТЭЦ-3, которое равно 89 мг/(м<sup>2</sup>·сут) и соответствует низкой степени загрязнения атмосферы в соответствии с нормативной градацией.

Анализируя исходные данные можно сделать вывод о том, что наибольшая средняя величина пылевой нагрузки приходится на северо-восточную часть, что объясняется главенствующим направлением ветра. В целом, отмечается снижение уровня пылевого загрязнения из атмосферы в юго-западном направлении на расстоянии 0, 6 км, в северном направлении на расстоянии 1,5 км и 2 км.

Динамика изменения пылевой нагрузки может быть объяснена тем, что вещественный состав нерастворимой фазы снегового покрова на изучаемой территории преимущественно представлен различными типами минеральных частиц, которые имеют большой удельный вес и вследствие этого осаждаются с атмосферными выпадениями вблизи ТЭЦ-3, а не переносятся воздушными потоками на большие дистанции.

По результатам изучения вещественного состава с применением бинокулярного стереоскопического микроскопа проб нерастворимой фазы снегового покрова в окрестностях ТЭЦ-3 г. Караганды было установлено следующее.

Таблица

Среднесуточный приток из атмосферы на снеговой покров ( $P_w$ , мг/(м<sup>2</sup>·сут)), величина пылевой нагрузки (мг/(м<sup>2</sup>·сут)) в нерастворимой фазе снегового покрова в окрестностях ТЭЦ-3 г. Караганды

Направление	Расстояние от ТЭЦ-3, км	Содержание, мг/кг		Th/U	Пылевая нагрузка, мг/(км <sup>2</sup> ·сут)	Среднесуточный приток из атмосферы на снеговой покров, мг/(км <sup>2</sup> ·сут)	
		U	Th			U	Th
с-в	0,5	2,7	5,6	2,07	1751	4727	9805
в	0,5	1,9	4, 8	2,5	1518	2884	7286
ю-в	0,5	1,7	5,1	3	1009	1715	5145
ю	0,5	2,1	4,7	2,07	382	802	1795
ю-з	0,5	1,5	4,5	3	869	1303	3910
с	0,5	2	4,7	2,35	989	1978	4648
ю	10	2,9	5,4	1,9	89	258	480
ю-з	0,6	1,8	4,9	2,7	371	667	1817
с-в	0,6	2,8	5,6	2	1218	3410	6820
	1,5	1,6	4,7	2,9	382	611	1795
	2	2,2	6,3	2,9	242	532	1524
с	0,6	2,3	4,8	2,08	806	1853	3868
	1,5	1,7	4,1	2,4	249	423	1758
	2	1,6	4,3	2,7	214	342	920
Жилой район (ю-з)	2,5-3,5	1,3	4,2	3,2	332,8	256	1075

Примечание: Кларк ноосферы – U – 1,9 мг/кг; Th – 7,6 мг/кг [4]

Отличительной особенностью вещественного состава нерастворимой фазы снегового покрова на расстоянии 0,5 от труб ТЭЦ-3 является повышенное процентное значение частиц техногенного образования, это алюмосиликатные микросферулы (15-40 %), угольные частицы (15-25 %) и сажа (15 %). В северо-западном направлении на расстоянии 0,6 км; 1,5 км; 2 км соотношение между минеральными и техногенными частицами по мере удаления от ТЭЦ отмечается преобладание техногенных частиц (35-55 %) над минеральными частицами (9-10 %). В юго-западном направлении – 0,6 км преобладают техногенные частицы (35 %) по сравнению с минеральной составляющей (9 %). В северном направлении - 0,6 км; 1,5 км; 2 км на техногенные частицы приходится (около 35 %), а на минеральные (9-13 %). Меньше всего техногенных частиц отмечено в жилой зоне и на расстоянии 10 км на юг от ТЭЦ-3 (30-15 %).

Описанные выше типы техногенных образований характерны для выбросов ТЭЦ. Наибольшие процентные содержания этих частиц встречаются в пробах, отобранных на расстоянии 0,5 км от труб ТЭЦ-3. Минеральные частицы в основном представлены кварцем, полевыми шпатами, растительными остатками. По

результатам исследования содержание частиц по мере удаления от ТЭЦ-3 имеет тенденцию к уменьшению. Тогда как процент, приходящийся на минеральные составляющие (кварц, полевые шпаты, растительные вещества), наоборот возрастает.

Анализ средних значений по всем отобраным пробам химических элементов показал, что концентрация урана превышает кларк ноосферы [4] в 1,5 раза, тория - превышения не наблюдается.

На расстоянии 0,5 км от труб ТЭЦ-3 по всем направлениям содержание урана в нерастворимой фазе снегового покрова колеблется от 1,5 до 2,7 мг/кг, при среднем значении 1,9 мг/кг, тогда как содержание тория содержится от 4,1 мг/кг до 6,3 мг/кг, при средней величине 3,5 мг/кг. Максимум концентрации урана (2,7-2,8 мг/кг) приходится на северо-восток, на расстоянии 0,4 км и 0,6 км соответственно. Предположительно повышенные концентрации U в северо-восточной части связано согласно преобладающему направлению ветра - юго-западное.

В жилой зоне (12-13 мкрн) концентрации U над кларком ноосферы превышает в 2,5 раза, тогда как содержание Th находится ниже данного показателя. В юго-западном направлении на расстоянии 0,6 км изучаемые радиоактивные элементы (U – 1,8 мг/кг; Th – 4,9 мг/кг) находятся ниже кларка ноосферы [4].

В направлении маршрута пробоотбора на расстоянии 0,6 км; 1,5 км; 2 км в северном направлении распределение радиоактивных элементов имеет неравномерный характер. Содержание урана колеблется от 1,6 до 2,3 мг/кг, при средней величине 1,8 мг/кг, тория от 4,1 до 4,8 мг/кг, при среднем значении 4,4 мг/кг. Превышение U над кларком ноосферы наблюдается на расстоянии 0,6 км, т.е. в непосредственной близости от ТЭЦ-3. Th находится ниже кларка ноосферы в 1,5 раза.

Незначительное превышение измеренных концентраций урана отмечено на расстоянии 10 км на юг от ТЭЦ-3, скорее всего, это связано с наличием вблизи дополнительных локальных источников данных элементов. Предположительно, что одним из таких источников может быть частный сектор, расположенный в мкрн. «Сахалин», в качестве топлива используется уголь. По данным [2] зола по сравнению с углем в большей степени обогащена радиоактивными элементами. Эти факты позволяют объяснить повышенные концентрации радиоактивных элементов для данной территории, которые могут быть связаны с выбросами локальных котельных, которые могут работать на угле.

Среднесуточный приток U в нерастворимой фазе снегового покрова на расстоянии 0,5 км от труб ТЭЦ-3 по всем направлениям изменяется от 802 мг/(км<sup>2</sup>·сут) в южном направлении до 4727 мг/(км<sup>2</sup>·сут) в северо-восточном направлении, при средней величине 2235 мг/(км<sup>2</sup>·сут). В северо-западном направлении на расстоянии 0,6 км среднесуточный приток U равен – 3410 мг/(км<sup>2</sup>·сут), 1,5 км – 611 мг/(км<sup>2</sup>·сут); 2 км – 532 мг/(км<sup>2</sup>·сут), при среднем значении 1518 мг/(км<sup>2</sup>·сут). Значения Th на расстоянии 0,6 км – 6820 мг/(км<sup>2</sup>·сут), 1,5 – 179 мг/(км<sup>2</sup>·сут), 2 км – 1524 мг/(км<sup>2</sup>·сут), при средней величине 3380 мг/(км<sup>2</sup>·сут).

В юго-западном направлении на расстоянии 0,6 км среднесуточный приток U находится в районе 256 мг/(км<sup>2</sup>·сут), тогда как Th 1075 мг/(км<sup>2</sup>·сут). В северном направлении на расстоянии 0,6 км на U приходится – 1853 мг/(км<sup>2</sup>·сут), 1,5 км – 423 мг/(км<sup>2</sup>·сут), 2 км – 342 мг/(км<sup>2</sup>·сут), а на Th 0,6 км – 3868 мг/(км<sup>2</sup>·сут), 1,5 км – 1758 мг/(км<sup>2</sup>·сут), 2 км – 920 мг/(км<sup>2</sup>·сут). Наименьший среднесуточный приток радиоактивных элементов приходится на расстоянии 10 км на юг от ТЭЦ-3, U – 258 мг/(км<sup>2</sup>·сут) и Th – 480 мг/(км<sup>2</sup>·сут) соответственно.

Районирование изучаемой территории по данной величине показывают, что наименьшими величинами среднесуточного притока радиоактивными элементами на снеговой покров характеризуются участки на расстоянии 2 км в северном направлении и 10 км зона на юг от ТЭЦ-3.

Для нерастворимой фазы снегового покрова в зоне воздействия ТЭЦ-3 Th/U соотношение находится в пределах от 2 до 3,2 единиц. По Th/U отношению нерастворимая фаза снегового покрова имеют в основном смешанную природу радиоактивных элементов (от 2 до 5 единиц) [7]. Пониженное Th/U отношение наблюдается на расстоянии 10 км на юг от ТЭЦ-3, находится в пределах от 1 до 2,2 единиц.

Высокие значения рассматриваемых величин в зимнем сезоне 2014 г. г. Караганды связано предположительно с аномально холодной погодой в 2014 году по сравнению с таковой в другие зимние сезоны, это, в свою очередь, привело к увеличению использования угля на ТЭЦ-3 и в частном секторе [8].

Таким образом, по данным изучения радиогеохимических особенностей нерастворимой фазы снегового покрова было проведено районирование г. Караганды в окрестностях ТЭЦ-3. Отмечается, что повышенные значения содержания и среднесуточного притока U и Th приходится на северо-восточное направление. Незначительное повышение U над кларком ноосферы наблюдается на расстоянии 10 км на юг от ТЭЦ-3, предположительно это связано с наличием вблизи частного сектора, который отапливается на угле. Для изучаемой территории Th/U отношения нерастворимой фазы снегового покрова имеют в основном смешанную природу радиоактивных элементов (от 2 до 5 единиц).

#### Литература

1. Абраменков В.Т. Экологические проблемы Карагандинской области и методы их решения/В.Т.Абраменков // Современные проблемы экологии Центрального Казахстана. – Караганда, 1996. – С.6-13.
2. Арбузов А.С., Ершов В.В. Геохимия редких элементов в углях Сибири. – Томск: Изд. Дом «Д-Принт», 2007. – 468 с.
3. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Сает, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
4. Глазовский Н.Ф. Техногенные потоки вещества в биосфере // Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. – М.: Наука, 1982. – С. 86-95.
5. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 111 с.

6. Пат. 2229737 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> G 01 V 9/00. Способ определения загрязненности снегового покрова техногенными компонентами / Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю., Таловская А.В.; заявитель и патентообладатель Томский политехн. ун-т. – № 2002127851; заявл. 17.10.2002; опубл. 27.05.2004.
7. Таловская А.В., Язиков Е.Г. Локальные геохимические наблюдения пылеаэрозолей в пределах городской и пригородной зон // Вычислительные технологии. – Новосибирск, 2006. – Т. 11. – № 1. – С. 46-52.
8. Таловская А.В., Язиков Е.Г., Филимоненко Е.А., Судыко А.Ф. Уран и торий в пылевых аэрозольных Томской области // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: материалы IV Международной конференции. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – С. 518-523.
9. Архив погоды в Караганде по месяцам и сезонам [Электронный ресурс] режим доступа <http://world-weather.ru/archive/kazakhstan/karaganda/> (дата обращения 28.01.2015).
10. Энергопроизводящее предприятие ТЭЦ-3 АО «Караганда Энергоцентр» [Электронный ресурс] URLрежим доступа <http://chistoprudov.livejournal.com/130638.html?thread=11383118> (дата обращения 15.03.2014).

## ОПЫТНАЯ РАЗРАБОТКА СОСТАВЛЕНИЯ ПРОЕКТА НДС НА БАЗЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ 1С «ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ - ВОДА»

И.Р. Алеев<sup>1</sup>, В.В. Фролов<sup>2</sup>

Научный руководитель доцент А.Н. Третьяков<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

<sup>2</sup> *ООО «Про Сфера», г. Томск, Россия*

**Проект НДС** – это документ, регулирующий различные виды деятельности, оказывающие влияние на состав подземных и поверхностных вод. Проект НДС обобщает данные по расходу и составу сточных вод, включает расчет количества сбросов по каждому веществу в выпуске и аргументирует допустимость и возможность сбросов в водный объект.

Основными задачами документа является установление нормативов воздействия предприятия на водные объекты и разработка комплекса рентабельных мероприятий по охране водных объектов. Проект НДС регламентируется рядом законодательных актов Российской Федерации [1, 5, 6].

**Проект НДС состоит из следующих разделов:**

- введение;
- общие сведения о предприятии, его роде деятельности, основных процессах и структуре;
- характеристика современного состояния водного объекта;
- характеристика предприятия как источника загрязнения;
- расчет предельно допустимых сбросов;
- обработка, складирование и использование осадков сточных вод (в случае наличия у индивидуального предпринимателя или юридического лица очистных сооружений на территории предприятия);
- предложения по предупреждению аварийных сбросов сточных вод;
- контроль соблюдения нормативов;
- приложения, включающие схему водопотребления и водоотведения и расчет предельно допустимого сброса загрязняющих веществ, поступающих со сточными водами.

Проект НДС разрабатывается проектной организацией для предприятия при совместной работе экологов предприятия с экологом - разработчиком. Анализ и оценка проводится экологами предприятия, после чего информация предоставляется экологу – разработчику.

Согласование проекта проходит в органах Росгидромета, Роспотребнадзора, Федеральном агентстве водных ресурсов, Федеральном агентстве по рыболовству, Росприроднадзору.

На основании согласованного и утвержденного Проекта НДС происходит выдача Разрешения на сброс вредных веществ, которое подтверждает законность данной деятельности.

Проект НДС разрабатываются в соответствии с нормативами допустимых воздействий на водные объекты сроком на 5 лет. При расчете НДС для водохозяйственного участка, величины НДС устанавливаются с учетом предельно допустимых концентраций веществ в местах водопользования, ассимилирующей способности водного объекта и оптимального распределения массы сбрасываемых веществ между водопользователями, сбрасывающими сточные воды. В связи со сложностью реализации расчета НДС для совокупности организаций-водопользователей возможно применение пакетов прикладных программ, обеспечивающих расчеты НДС [5].

На данный момент существует ряд компаний, предоставляющих программы для разработки проекта НДС:

Фирма «Интеграл» — российский лидер в области разработки программных средств в области охраны окружающей среды. Фирма «Интеграл» более 20 лет занимается разработкой программного обеспечения для экологов [2];

Научно-производственное предприятие «ЛОГУС» – предоставляет спектр услуг, необходимых для составления предприятием согласований [4];

Компания «Просфера» занимается комплексной автоматизацией природоохранной деятельности предприятий. Программа комплексной автоматизации природоохранной деятельности предприятия «Охрана окружающей среды» на базе «1С: Предприятие» [3].

Основным недостатком программной продукции компаний «Интеграл» и "ЛОГУС" является то, что они локальные и только для разработки проектов. Возможности работать экологам предприятий с проектами в электронном формате, при экологическом учете как таковой нет.