

Кластер I объединил пробы, расположенные преимущественно на периферии ореола ртути в буферной зоне. В него вошли пробы с содержанием ртути 100 нг/г и менее. Кластер II сгруппировал пробы с наибольшим содержанием ртути ядерной части ореола, а также пробы, преимущественно ближнего радиуса в импактной зоне.

Таким образом, выявлено влияние ртутного загрязнения атмосферного воздуха на уровень флуктуирующей асимметрии листьев тополя бальзамического, что позволяет использовать этот объект в системе биологического мониторинга в качестве биоиндикатора состояния окружающей среды. Необходимо отметить, в работе учтен один выраженный техногенный фактор, влияющий на морфологические признаки листьев тополя - уровень содержания ртути. Однако же на параметры асимметрии могут влиять ряд других, в том числе геохимических факторов среды, которые не рассматривались в данном исследовании.

#### Литература

1. Баргальи Р. Биогеохимия наземных растений / пер. с англ. И.Н. Михайловой. - М.: ГЕОС, 2005. - 457 с.
2. Константинов Е.Л. Особенности флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой (*Betula pendula Roth.*) как вида биоиндикатора: дис. ...канд. биол. наук. - Калуга, 2001г. - 126 с.
3. Кулагин А.А. Экспериментальная оценка повреждений ассимиляционных органов тополя бальзамического ионами различных металлов // Лесной вестник. - Уфа, 2003. - № 5. - С. 15 - 20.
4. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. - М.: Гидрометеоиздат, 1981. - 108 с.
5. Турсуналиева Е.М. Наблюдение за содержанием ртути в листьях тополя бальзамического в зоне влияния новосибирского завода химконцентратов // Экология России и сопредельных территорий: Материалы XXII Междунар. экол. студенческой конф. / Новосибир. гос. ун-т. Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2017. - с. 32
6. Шаймарданова Б.Х. Оценка качества урбанизированных территорий (на примере г. Павлодара) и прогнозирование экологической безопасности среды обитания: автореферат. дис. ... доктора биол. наук. - 2010г. - 42 с.
7. Юсупов Д.В., Ляпина Е.Е., Турсуналиева Е.М., Осипова В.В. Ртуть в листьях тополя на территории Калининской промышленной зоны г. Новосибирска // Экологические проблемы региона и пути их решения: Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, проводимой в рамках Сибирского экологического форума «Эко-BOOM». - Омск: Литера, 2016. - С. 403 - 408.

## ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ СНЕГА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ТЭЦ Г.СЕВЕРСКА

Е.А. Мельникович

Научный руководитель доцент А.В. Таловская

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

К числу наиболее интенсивно воздействующих на окружающую среду объектов промышленности относятся предприятия ТЭК [7]. Одним из таких объектов является ТЭЦ, оказывающая техногенное воздействие на компоненты природных сред. Снеговой покров эффективно накапливает аэрозольные загрязняющие вещества из атмосферы, которые попадают с выбросами ТЭЦ. К выбросам относятся такие вещества, как окислы углерода, твердые вещества, углеводороды, летучие органические соединения, диоксид серы, оксид углерода и т.д. Снеговая геохимическая съемка активно используется многими исследователями для оценки состояния территорий [2, 11, 12].

Объектом исследования выбрано предприятие топливно-энергетического комплекса - ТЭЦ г.Северска, основной вид топлива которой - уголь Кузнецкого бассейна, газ является резервным топливом [4]. Уголь на ТЭЦ хранится открытым способом, что в свою очередь приводит к пылению и загрязнению атмосферы угольной пылью. Сжигание угля на ТЭЦ проводится без его предварительной обработки, что приводит к образованию крупноразмерных частиц и большого количества шлака.

В феврале 2014 г. был проведен отбор проб снежного покрова в окрестностях ТЭЦ г. Северска (отбор и подготовка проб - бакалавр ТПУ Монасыров И.И.) Всего было отобрано 7 проб снега. Отбор и подготовка проб снега проводились с учетом рекомендаций, описываемых в работах [2, 3, 6, 9, 10, 12, 14]. Согласно [9] перенос загрязнений фиксируется на расстоянии от 10 до 40 эффективных высот труб промышленных предприятий, основной перенос загрязнений осуществляется согласно главенствующему направлению ветра. Поэтому при планировании точек отбора учитывали эти рекомендации. Высота трубы ТЭЦ г. Северска составляет 125 м, главенствующее направление ветра - юго-западное. Пробы отбирались в северо-восточном и юго-западном направлениях. Расстояние от трубы до точек отбора снега в северо-восточном направлении составляло 0,5; 1; 1,66; 2,31; 2,91 км. Расстояние от трубы до первой точки отбора пробы снега в юго-западном направлении составляло 0,5 км, до второй точки отбора - 0,9 км.

Пробоподготовка снега предполагает отдельный анализ твердого осадка снега, состоящего из твердых частиц, осаденных на поверхность снегового покрова и снеготалой воды, полученной при оттаивании. В пробах твердого осадка снега содержание 28 химических элементов определяли инструментальным нейтронно-активационным анализом (ИНАА) в аттестованной ядерно-геохимической лаборатории Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ. В лаборатории микроэлементного анализа природных сред МИНОЦ «Урановая геология» на базе кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ на ртутном анализаторе «РА-915+» с пиролитической приставкой «ПИРО-915+» в

**СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.**

соответствии с методиками ПНД Ф 16.1:2.23- 2000 и М 03-05-2005 (при консультации к.г.м.-н., ст. преподавателя каф. ГЭГХ Ляпиной Е.Е.) определяли содержание ртути в пробах твердого осадка снега за 2014 и 2015 гг.

Для снегового покрова в качестве фона использовались данные по территории, удаленной от урбанизированных районов - Средний Васюган, 480 км от г. Томска [15]. Фон для ртути взят в пос. Киреевск (70 км от Томска) [8].

По данным ИНАА содержание большинства химических элементов в пробах с исследуемой территории превышает фоновые значения в десятки раз (табл).

*Таблица*

**Геохимические ряды ассоциаций элементов (относительно фона\*) в пробах твердого осадка снега и суммарный показатель загрязнения (Zc) в зоне воздействия ТЭЦ г.Северска, 2014 г.**

Расстояние от труб, км	Геохимический ряд по величине Kc	Суммарный показатель загрязнения
<b>Северо-восток</b>		
0,5	U <sub>36,43</sub> -Br <sub>24,54</sub> -Ta <sub>22,09</sub> -La <sub>21,96</sub> -Yb <sub>21,19</sub> -Tb <sub>20,63</sub> -As <sub>14,46</sub> -Sm <sub>14,35</sub> -Ba <sub>11,32</sub> -Ce <sub>9,94</sub> -Lu <sub>7,99</sub> -Th <sub>6,16</sub> -Na <sub>3,95</sub> -Hf <sub>3,79</sub> -Ca <sub>2,16</sub> -Cs <sub>2,14</sub> -Fe <sub>2,03</sub> -Sr <sub>1,98</sub> -Sc <sub>1,63</sub> -Co <sub>1,55</sub> -Rb <sub>1,45</sub> -Eu <sub>1,31</sub> -Zn <sub>1,08</sub> -Cr <sub>0,44</sub> -Sb <sub>0,44</sub> -Ag <sub>0,07</sub> -Au <sub>0,0023</sub>	212
1	U <sub>34,62</sub> -Tb <sub>25,05</sub> -Ta <sub>21,39</sub> -La <sub>19,67</sub> -Yb <sub>19,60</sub> -Br <sub>15,44</sub> -Sm <sub>13,43</sub> -Ce <sub>10,66</sub> -Ba <sub>10,05</sub> -Lu <sub>7,33</sub> -As <sub>6,50</sub> -Th <sub>6,05</sub> -Hf <sub>3,62</sub> -Sr <sub>3,22</sub> -Na <sub>2,77</sub> -Ca <sub>2,58</sub> -Fe <sub>2,37</sub> -Cs <sub>2,01</sub> -Sc <sub>1,58</sub> -Co <sub>1,48</sub> -Rb <sub>1,37</sub> -Eu <sub>1,15</sub> -Cr <sub>0,41</sub> -Zn <sub>0,36</sub> -Sb <sub>0,29</sub> -Ag <sub>0,07</sub> -Au <sub>0,0023</sub>	191
1,66	U <sub>40,83</sub> -Br <sub>24,80</sub> -Tb <sub>24,79</sub> -Ta <sub>21,10</sub> -Yb <sub>20,98</sub> -La <sub>20,47</sub> -Sm <sub>13,60</sub> -Ce <sub>10,49</sub> -Ba <sub>10,29</sub> -Lu <sub>7,99</sub> -Th <sub>5,46</sub> -As <sub>4,64</sub> -Hf <sub>3,86</sub> -Ca <sub>2,46</sub> -Na <sub>2,45</sub> -Fe <sub>2,38</sub> -Cs <sub>2,29</sub> -Sr <sub>2,21</sub> -Sc <sub>1,63</sub> -Eu <sub>1,47</sub> -Co <sub>1,41</sub> -Rb <sub>1,30</sub> -Cr <sub>0,38</sub> -Zn <sub>0,35</sub> -Sb <sub>0,31</sub> -Ag <sub>0,07</sub> -Au <sub>0,0023</sub>	206
2,31	U <sub>31,38</sub> -Tb <sub>21,18</sub> -Yb <sub>19,89</sub> -La <sub>18,05</sub> -Ta <sub>16,79</sub> -Br <sub>14,32</sub> -Sm <sub>12,60</sub> -As <sub>10,86</sub> -Ce <sub>9,54</sub> -Ba <sub>9,52</sub> -Lu <sub>7,19</sub> -Th <sub>5,23</sub> -Hf <sub>3,45</sub> -Na <sub>3,43</sub> -Cs <sub>2,22</sub> -Ca <sub>2,17</sub> -Fe <sub>1,86</sub> -Sc <sub>1,57</sub> -Eu <sub>1,35</sub> -Co <sub>1,33</sub> -Rb <sub>1,26</sub> -Sr <sub>0,54</sub> -Cr <sub>0,45</sub> -Sb <sub>0,42</sub> -Zn <sub>0,39</sub> -Ag <sub>0,07</sub> -Au <sub>0,0023</sub>	175
2,91	U <sub>37,38</sub> -Tb <sub>22,11</sub> -Yb <sub>21,35</sub> -Br <sub>20,57</sub> -La <sub>19,69</sub> -Ta <sub>17,01</sub> -Sm <sub>13,49</sub> -Ce <sub>10,22</sub> -Ba <sub>10,10</sub> -Lu <sub>7,69</sub> -Th <sub>6,89</sub> -As <sub>4,76</sub> -Hf <sub>3,71</sub> -Sr <sub>2,72</sub> -Na <sub>2,42</sub> -Ca <sub>2,40</sub> -Fe <sub>2,28</sub> -Cs <sub>2,07</sub> -Sc <sub>1,60</sub> -Co <sub>1,38</sub> -Eu <sub>1,35</sub> -Rb <sub>1,31</sub> -Cr <sub>0,50</sub> -Sb <sub>0,39</sub> -Zn <sub>0,31</sub> -Ag <sub>0,07</sub> -Au <sub>0,0023</sub>	191
<b>Юго-запад</b>		
0,5	U <sub>29,20</sub> -Yb <sub>19,73</sub> -Tb <sub>19,10</sub> -Ta <sub>19,00</sub> -La <sub>18,66</sub> -Sm <sub>12,53</sub> -Br <sub>10,72</sub> -Ba <sub>10,54</sub> -Ce <sub>9,96</sub> -Lu <sub>7,02</sub> -Th <sub>5,20</sub> -Sr <sub>4,17</sub> -Hf <sub>3,64</sub> -Na <sub>3,17</sub> -Ca <sub>2,13</sub> -Fe <sub>2,04</sub> -Cs <sub>1,98</sub> -Sc <sub>1,62</sub> -Co <sub>1,48</sub> -Eu <sub>1,26</sub> -Rb <sub>1,02</sub> -Zn <sub>0,73</sub> -Cr <sub>0,43</sub> -Sb <sub>0,29</sub> -Ag <sub>0,07</sub> -Au <sub>0,0023</sub>	164
1	U <sub>34,58</sub> -Yb <sub>21,67</sub> -La <sub>19,60</sub> -Tb <sub>17,80</sub> -Ta <sub>17,79</sub> -Sm <sub>15,86</sub> -Ce <sub>10,65</sub> -Ba <sub>10,01</sub> -Br <sub>9,42</sub> -Lu <sub>7,27</sub> -As <sub>6,17</sub> -Th <sub>6,00</sub> -Sr <sub>3,92</sub> -Na <sub>3,83</sub> -Hf <sub>3,82</sub> -Ca <sub>2,29</sub> -Fe <sub>2,23</sub> -Cs <sub>1,95</sub> -Sc <sub>1,61</sub> -Co <sub>1,45</sub> -Eu <sub>1,25</sub> -Rb <sub>1,17</sub> -Zn <sub>0,46</sub> -Cr <sub>0,45</sub> -Sb <sub>0,39</sub> -Ag <sub>0,07</sub> -Au <sub>0,0023</sub>	179

Примечание: \* - Средний Васюган, 480 км от г. Томска [15], для ртути взят в пос. Киреевск (70 км от Томска) [8]; 128-256 - высокая степень загрязнения, согласно градации [3].

Сопоставление концентраций поллютантов городских проб снега с соответствующими значениями их фоновых аналогов используются для более объективной оценки геохимической индикации загрязнения снежного покрова. Для этого проводится расчет коэффициента концентрации химических элементов, который показывает кратность превышения содержания химического элемента в точке отбора над его содержанием на фоновой территории в аналогичных условиях [3, 5]. Наибольшие коэффициенты концентрации наблюдаются в северо-восточном направлении для элементов: U (в 29-40 раз), Tb (в 18-25 раз), Ta (в 17-22 раз). Повышенные значения коэффициентов концентраций характерны для проб, испытывающих воздействие локальных источников выбросов (ТЭЦ) и определяющихся видами промышленности на данной территории.

Общий вклад химических элементов в загрязнении снежного покрова отражается с помощью суммарного показателя загрязнения. Согласно градации [3] по степени загрязнения для снежного покрова исследуемой территории характерна высокая степень загрязнения (табл). В северо-восточном направлении наблюдается неравномерное распределение суммарного показателя загрязнения с увеличением расстояния от ТЭЦ, что может быть связано с иными локальными источниками выбросов.

При построении геохимических рядов были определены основные элементы, определяющие уровень загрязнения данной территории: в северо-восточном направлении - U, Br, Ta, La, Tb, Yb; в юго-западном - U, Yb, Tb, Ta, La. По выявленному набору элементов в снеговом покрове можно судить об их промышленном источнике. Возможно, поступление данных элементов обусловлено процессами сжигания угля, поскольку используемые угли Кузнецкого бассейна содержат в себе в качестве примесей радиоактивные и редкоземельные элементы [1]. Вероятно, поступление же таких элементов как U, La, Yb может быть обусловлено также деятельностью заводов, расположенного рядом Сибирского химического комбината [13, 15].

Таким образом, на основе проведенного анализа данных для проб твердого осадка снега в зоне влияния ТЭЦ г. Северска выявлены элементы, определяющие высокую степень загрязнения данной территории.

Литература

1. Арбузов С.И. Геохимия редких элементов в углях Центральной Сибири. Автореферат на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. - Томск, 2005. - 24 с.
2. Бортникова С.Б., Рапута В.Ф., Девятова А.Ю. и др. Методы анализа данных загрязнения снегового покрова в зонах влияния промышленных предприятий (на примере г.Новосибирска) // Геоэкология, 2009. - №6. - С. 515-525.
3. Геохимия окружающей среды/Ю. Е. Саэт, Б. А. Ревич, Е. П. Янин, Р. С. Смирнова, И. Л. Башаркевич, Т. Л. Онищенко, Л. Н. Павлова, Н. Я. Трефилова, А. И. Ачкасов, С. Ш. Саркисян. М.: Недра, 1990. - 335 с.
4. Годовой отчет ТВЭЛ за 2015 г. [Электронный ресурс]. - Электрон. Текстовые дан. - Москва, 2015. - Режим доступа: [http://www.tvel2015.ru/ru/section\\_0\\_0/](http://www.tvel2015.ru/ru/section_0_0/), свободный.
5. Касимов Н.С. Экогеохимия городских ландшафтов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1995. 336 с.
6. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами. - М.: Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии Редких элементов, 1982. -112 с.
7. Ревич Б.А. К оценке влияния деятельности ТЭК на качество окружающей среды и здоровье населения // Проблемы прогнозирования. - Москва, 2010. - №4. - С.87-99.
8. Ртуть в пылеаэрозолях на территории г. Томска / А.В. Таловская, Е.А. Филимоненко, Н.А. Осипова, Е.Г. Язиков // Безопасность в техносфере. - 2012. - № 2. - С. 30-34.
9. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186 № 2932-83. - М.: Госкомгидромет, 1991. - 693 с.
10. Селюнина С.В., Петров Б.А., Цапок П.И. Заболеваемость населения, проживающего в зонах влияния атмосферных выбросов городских предприятий теплоэнергетики // Вятский медицинский вестник, 2005. - №2. - С. 64-67.
11. Таловская А.В., Язиков Е.Г., Шахова Т.С. и др. Оценка аэротехногенного загрязнения в окрестностях угольных и нефтяных котельных по состоянию снегового покрова (на примере Томской области) // Известия Томского политехнического университета, 2016. - №10. - С.116-130.
12. Филимоненко Е.А., Таловская А.В., Язиков Е.Г. и др. Минералогия пылевых аэрозолей в зоне воздействия промышленных предприятий г.Томска // Фундаментальные исследования, 2013. - №8(3). - С. 760-765.
13. Эколого-геохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения / Л.П. Рихванов, Е.Г. Язиков, Ю.И. Сухих и др. - Томск, 2006. - 216 с.
14. Язиков Е.Г., Голева Р.В., Рихванов Л.П. и др. Минеральный состав пылеаэрозольных выпадений снегового покрова Томской агропромышленной агломерации // Записки Всероссийского минералогического общества. - 2004. - №5. - С.69-78.
15. Язиков Е.Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири: дис. ... д-ра геолого-минерал. наук. - Томск, 2006. - 423 с.

**БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВЬЮН (ВОСТОЧНАЯ ЯКУТИЯ)**

**А. Ю. Мишанькин, Е. С. Афанасьев**

Научный руководитель профессор Е. Г. Язиков, старший преподаватель Е. А. Филимоненко  
**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Развитие минерально-сырьевой базы золота в России связано с включением в оборот новых месторождений на Северо-Востоке страны [5]. Основной перспективной территорией для освоения рудных месторождений золота является Яно-Колымская золотоносная провинция. Золоторудное месторождение Вьюн относится к указанной провинции и входит в состав Эльгенджинского рудно-россыпного узла Адыча-Тарынской золотоносной зоны.

Рудоносная структура месторождения Вьюн представлена кварцево-жильной зоной. Руды характеризуются простым минеральным составом и относятся к золото-кварцевому типу. Среди рудных минералов преобладает арсенопирит, часто встречается пирит и халькопирит [1].

На территории месторождения Вьюн в летний сезон 2017 г. была проведена биогеохимическая съемка с целью установления особенностей элементного состава растительности. Исследования проводились в рамках получения комплексной эколого-геохимической информации о месторождении на его доэксплуатационном этапе функционирования. В качестве объектов биогеохимических исследований использовались ягель (*Cladonia rangiferina*) и кора лиственницы даурской (*L. dahurica Turcz.*) в связи с их преобладанием в растительном покрове изучаемой территории. В целом, биогеохимические оценки территорий золотодобычи на Дальнем Востоке России с использованием выбранных нами биологических видов весьма распространены [6, 8].

Отбор проб коры лиственницы даурской и ягеля на территории месторождения Вьюн производился в масштабе 1:50000. Всего было отобрано 18 проб коры лиственницы и 19 проб ягеля. Пробы коры лиственницы отбирались с нескольких (3-5) взрослых деревьев с 2-х (в случае если диаметр ствола менее 15 см) или 4-х сторон ствола на высоте 1,5 метра от поверхности земли. Образцы ягеля отбирались не менее чем с 4 пробных площадок на каждой точке отробования [4]. Отобранные пробы растительности помещались в пакеты из крафт-бумаги, в которых впоследствии высушивались до воздушно-сухого состояния и после измельчались.

Аналитическое определение содержаний 67 химических элементов во всех образцах измельченного сухого вещества коры лиственницы даурской и ягеля проводилось методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой в Химико-аналитическом центре «Плазма», г. Томск (аттестат аккредитации RA.RU516895).

По результатам проведенных на территории месторождения Вьюн биогеохимических исследований коры лиственницы даурской и ягеля установлено, что для Be, Sc, Cr, Rb, Y, Ag, In, Te, Eu, Lu, Re, Os, Ir, Tl не характерны различия уровней их концентрирования в сухом веществе рассматриваемых растений. При этом для ягеля