

7. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов. Кн. 6. М.: Экология, 1997. – 607 с.
8. Исмагилов Р.А., Фархутдинов И.М., Фархутдинов А.М., Фархутдинова Л.М. Шарьяжно-надвиговой теории – 50 лет // Природа. 2015. № 12. – С. 50 – 59.
9. Камалетдинов М.А. Новая геология (теория шарьяжей) // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов Академии наук Республики Башкортостан. 1998. № 3. – С. 10 – 23.
10. Клышина Е. Распределение тяжелых металлов в волосах детей, проживающих на юге Казахстана // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XXI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения профессора М.И. Кучина, Томск, 3–7 апреля 2017 г. Т. 1. — Томск, 2017. – 2017. – Т. 1. – С. 752 – 754.
11. Колчинский Э.И., Вернадский В. И. (1863-1945) // Историко-биологические исследования. 2013. №3. – С.90–91.
12. Лыков И.Н., Шестакова Г.А., Клименко Е.А. Оценка воздействия загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами на физическое развитие и состояние функциональных систем организма подростков // Экология человека. – 2006. – №. 4. – С. 10 – 15.
13. Наркович Д.В. Элементный состав волос детей как индикатор природно-техногенной обстановки территории (на примере Томской области): Дис. – 2012.
14. Окина О. и др. Использование микроэлементного состава волос в экологических и медицинских исследованиях // Экология человека. – 2009. – №. 4. – С.34 – 36.
15. Рафикова Ю.С., Семенова И.Н., Дровосокова И.В. Выявляемость некоторых дисмикрорезлементозов у населения, проживающего в техногенных биогеохимических зонах Республики Башкортостан (на примере г. Сибай) // Успехи современного естествознания. – 2014. – №. 2. – С. 36 – 39.
16. Семенова И.Н., Рафикова Ю.С., Муллагулова Э.Р. Содержание тяжелых металлов в волосах сельского населения юго-востока Башкортостана // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. – №. 10 (185). – С. 273 – 276.
17. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. – 2004.
18. Фархутдинова И.М., Фархутдинова Л.М., Суфияров Р.С. Региональные геологические факторы и сахарный диабет // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2016. – Т. 327. – №. 3. – С. 38–46.
19. Фархутдинова Л.М. Проблема зоба на стыке медицины и геологии//Уральский геологический журнал. 2003. № 4. – С. 167 – 177.
20. Фархутдинова Л.М., Фархутдинов И.М. Республика Башкортостан как научный полигон для исследований в области медицинской геологии // Вестник Академии наук Республики Башкортостан, 2017. Том 23. № 2. – С. 83–92.
21. Элементный статус населения России. Ч.3. Элементный статус населения Северо-Западного, Южного и Северо-Кавказского федеральных округов / Афтанас Л.И. Березкина Е.С., Бонитенко Е.Ю., Вареник В.И., Грабеклис А.Р., Демидов В.А., Детков В.Ю., Исанкина Л.Н. Киселев М.Ф., Ломакин Ю.В., Нечипоренко С.П., Николаев В.А., Скальный А.В., Скальная М.Г.; под ред. А.В. Скального, М.Ф. Киселева. СПб: Медкнига «ЭлбисПб», 2012. – 448 с.
22. Яновский Л.М. Биосферные науки и экология (сообщение 2) // Сиб. мед.журн. (Иркутск). 2002. №6. – С. 70 – 71.
23. Alfthan G., Neve J. Selenium intake and plasma selenium levels in various populations // Natural antioxidants and food quality in atherosclerosis and cancer prevention /eds. J.T. Kumpulainen, J.T. Salonen. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 1996. – P. 161 – 167.
24. Alfthan G. Effects of selenium fertilization on the human selenium status and the environment // Norw. J. Agr.Sciences. 1993. Suppl. N 11. – P. 175 – 181.
25. Medical Geology: A Regional Synthesis / Eds. O. Selinus, R.B. Finkelman, J.A. Centeno. Springer. — 2010.
26. Pais I., Benton Jones J. The handbook of trace elements. BocaRaton : St. Lucie Press, 2000. – 223 p.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ НАКОПЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЛИСТЬЯХ ТОПОЛЯ ЧЕРНОГО (*POPULUS NIGRA*) НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА МЕЖДУРЕЧЕНСКА

А.А. Исупова

Научный руководитель профессор Н.В. Барановская

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

Неконтролируемый значительный рост промышленного производства в последние несколько десятилетий привел к достаточно острым проблемам в вопросе взаимодействия человека и окружающей среды. Урбанизация большинства промышленных районов, в том числе районов угледобычи, вносит значительный вклад в техногенное загрязнение. В связи с развитыми процессами техногенеза, изменение химического элементного состава является довольно актуальной темой в настоящее время.

Листья являются хорошим биоиндикатором, поскольку данный орган растений способен к аккумуляции и ассимиляции тяжелых металлов. Одним из наиболее распространенных в Сибири организмов-индикаторов выступает тополь черный (*Populus nigra*), являющийся мезофитом, который ко всему прочему быстро адаптируется к среде [2].

В качестве города, в пределах которого проводились исследования по оценке элементного состава листьев тополя черного, был выбран Междуреченск, на территории которого расположено 12 угледобывающих предприятий. Город расположен на равнинном участке, окружённом горными массивами, кроме того присутствует стагнация воздушных масс, что способствует оседанию загрязняющих веществ в пределах его площади и препятствует рассеиванию выбросов промышленных предприятий [1].

На территории города было заложено 22 пробных площадки, различающихся по степени антропогенной нагрузки, отбор проводился во второй половине августа 2016 года, пробы отбирались с одновозрастных тополей на высоте 160-170 см со всех сторон ствола (около 20-30 листьев с одного дерева), с целью удаления пыли с поверхности листьев пробы промывались дистиллированной водой, далее высушивались при комнатной температуре, после чего измельчались и взвешивались, затем пробы для озоления (при 600°C в течение 2 часов) отправлялись в муфельную печь, в последующем подвергаясь повторному взвешиванию в виде полученной сухой массы. Исследование элементного состава выполнялось после озоления образцов, анализ полученных проб

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

выполнялся методом инструментального нейтронно-активационного анализа с облучением тепловыми нейтронами на исследовательском ядерном реакторе Национального исследовательского Томского политехнического университета в ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии, имеющей аккредитацию, под руководством с.н.с. А.Ф. Судыко, по результатам исследования были получены концентрации 28 химических элементов [3].

Для сравнения в качестве стандарта использовались данные В. А. Markert (1993) по среднему содержанию в золе растений. Также были рассчитаны статистические параметры распределения химических элементов: медиана, мода, среднее, стандартная ошибка, минимум, максимум, коэффициент вариации. В ходе работы был составлен геохимический ряд распределения элементов (Суммарный показатель накопления равен 465): Th<sub>88</sub> - Co<sub>51</sub> - Ta<sub>51</sub> - Zn<sub>37</sub> - Sm<sub>27</sub> - Sc<sub>27</sub>-La<sub>17</sub>-Sr<sub>15</sub>- Ce<sub>13</sub>- Fe<sub>13</sub>. Au<sub>12</sub> - Nd<sub>11</sub>- Ca<sub>11</sub>- U<sub>11</sub>- As<sub>11</sub>- Yb<sub>10</sub>- Eu<sub>10</sub>-Ba<sub>10</sub>- Lu<sub>9</sub>- Tb<sub>6</sub>. Br<sub>5</sub>- Hf<sub>5</sub> - Sb<sub>4</sub>- Na<sub>4</sub>.Cs<sub>2</sub>- Cr<sub>2</sub>- Ag<sub>1</sub> - Rb<sub>1</sub>. Ряд показывает предположение о сложной, главным образом техногенной специфике элементного состава тополя черного на данной территории.

**Таблица 1**

**Полученные данные по тополю черному**

Химический элемент	Содержания химических элементов (мк/кг)	Химический элемент	Содержания химических элементов (мк/кг)
Na	$\frac{595 \pm 98}{27 - 1903}$	Hf	$\frac{0.23 \pm 0.04}{0.02 - 0.66}$
Ca	$\frac{112713 \pm 4724}{60733 - 160177}$	Ta	$\frac{0.05 \pm 0.01}{0.009 - 0.270}$
Sc	$\frac{0.53 \pm 0.07}{0.13 - 1.31}$	Au	$\frac{0.01 \pm 0.002}{0.001 - 0.043}$
Cr	$\frac{2.36 \pm 0.40}{0.15 - 7.01}$	La	$\frac{3.35 \pm 0.62}{1.09 - 13.67}$
Fe	$\frac{2009 \pm 220}{865 - 4231}$	Ce	$\frac{6.44 \pm 0.85}{1.62 - 15.07}$
Co	$\frac{10.1 \pm 1.0}{4.3 - 21.0}$	Nd	$\frac{2.27 \pm 0.51}{0.9 - 10.21}$
Zn	$\frac{1866 \pm 203}{504 - 3772}$	Sm	$\frac{1.07 \pm 0.14}{0.43 - 3.25}$
As	$\frac{1.06 \pm 0.17}{0.4 - 3.30}$	Eu	$\frac{0.08 \pm 0.02}{0.003 - 0.410}$
Br	$\frac{20.0 \pm 3.2}{6.3 - 66.6}$	Tb	$\frac{0.05 \pm 0.01}{0.010 - 0.235}$
Rb	$\frac{63.9 \pm 10.3}{21.7 - 262.4}$	Yb	$\frac{0.21 \pm 0.03}{0.03 - 0.44}$
Sr	$\frac{758 \pm 59}{238 - 1307}$	Lu	$\frac{0.03 \pm 0.004}{0.0004 - 0.086}$
Ag	$\frac{0.28 \pm 0.02}{0.02 - 0.37}$	Th	$\frac{0.44 \pm 0.06}{0.01 - 1.17}$
Cs	$\frac{0.46 \pm 0.05}{0.05 - 0.93}$	U	$\frac{0.11 \pm 0.01}{0.05 - 0.34}$
Ba	$\frac{389 \pm 38}{156 - 1004}$	Sb	$\frac{0.43 \pm 0.09}{0.04 - 2.11}$

в числителе - среднее содержание ± ошибка, в знаменателе - min-max содержание

В сравнении с условным растением, в золе тополя черного наблюдается повышенное содержание таких химических элементов как: Cr, Co, Ca, Sc, La, Nd, Zn, As, Br, Ag, Sb, Cs, Sr, Rb, Ba, Sm, Lu, Yb, Hf, Ta, Au, Th, U, Fe. Максимальные средние значения элементов по степени накопления, которые превышают показатель в 1000 мг/кг, соответствуют для Ca, Fe, Zn, на втором месте стоят такие элементы, как Na, Sr, Ba. В другую группу с концентрациями в интервале 10-100 мг/кг входят Co, Br, Rb. Более низкие содержания наблюдается для следующих элементов: Sc, Cr, As, Ag, Ta, Cs, La, Ce, Hf, Au, Nd, Tb, Yb, Sm, Eu, Lu, Th, U, Sb. Также была установлена характерная группа сидерофильных элементов, предположительно, связанная со сжиганием. Отчетливо прослеживаются группы ассоциаций элементов, которые относятся к пылеаэрозольным промышленным выбросам (Hf, Sr, Co, Ba, Ca). По спектру химических элементов может быть выделен, вероятно, главный источник воздействия - предприятия угольной промышленности.

Также полученные данные были сопоставлены с данными по содержанию химических элементов в тополе черном [2] на территории города Томска. В городе Междуреченске в сравнении с имеющимися данными по Томску происходит большее накопление следующих элементов: Zn, Rb, Sr, Cs Ba, Sm, Lu, Ta.

Таким образом, повышенные концентрации характерны для элементов, входящих в органической и неорганических формах в состав угля, добыча, обогащение и сгорание которого происходят на ряде предприятий, находящихся на территории города.

Литература

1. Осипова Н.А., Быков А.А., Таловская А.В., Николаенко А.Н., Язиков Е.Г., Ларин С.А. Влияние угледобывающих предприятий на загрязнение снежного покрова прилегающих урбанизированных территорий (на примере г. Междуреченск) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. - 2017. - №12. - С.36-46.
2. Риханов Л.П., Юсупов Д.В., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Элементный состав листвы тополя как биогеохимический индикатор промышленной специализации урбасистем // Экология и промышленность России. - 2015. - № 6. - С. 58-63.
3. Ялалтдинова А.Р. U и Th в природных средах г. Усть-Каменогорска (Республика Казахстан) // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: Материалы V Международной конференции. - Томск: Изд-во ТПУ, 2016. - С. 754-758.

**ГЕОХИМИЯ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ГРЭС Г.КЕМЕРОВО**  
**В. Д. Кирина**

Научный руководитель доцент А.В. Таловская  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Степень экологической обстановки зависит от деятельности разных отраслей промышленности. В Кемеровской области присутствуют все составляющие, определяющие негативное воздействие промышленности на окружающую среду: добыча полезных ископаемых, металлургия, теплоэнергетика и химическое производство. Исходя из анализа крупных промышленных объектов г.Кемерово, наибольшее влияние на атмосферный воздух и здоровье населения оказывает угольный теплоэнергетический комплекс. Наиболее информативным объектом изучения атмосферного воздуха считается снеговой покров с его способностью накапливать и задерживать в себе загрязняющие вещества. На основе геохимического анализа твердой фазы снежного покрова, можно оценить техногенное воздействие на окружающую среду.

Цель данной работы является изучение геохимической особенности проб твердого осадка снега вблизи территории Кемеровской ГРЭС.

Отбор проб снега был проведен в конце февраля 2016 г. в окрестностях коксохимического завода и ГРЭС (отбор и подготовка проб - бакалавр ТПУ Д. А. Володина). Работы по отбору и подготовке снежных проб выполнены согласно опыту многолетних работ в ТПУ [6, 7] и нормативной методики [3, 4]. Учитывая главенствующее направление ветра (юго-запад), точки отбора проб расположены по векторной системе в северо-восточном и юго-западном направлениях, расстояние от труб до точек отбора снега в северо-восточном направлении: 0,6; 1,1; 1,8; 2,3; 2,7 км, в юго-западном направлении: 1; 1,5; 2 км. В качестве фонового района была выбрана местность в 74 км от г. Кемерово. Объектом исследования являлась твердая фаза снега, которая состоит из частиц, осевших из атмосферы на снежный покров. В твердом осадке снега было определено 28 химических элементов инструментальным нейтронно-активационным анализом (ИНАА) в аттестованной ядерно-геохимической лаборатории Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» отделение геологии ТПУ.

Расчет пылевой нагрузки производился по формуле:  $P_n = \frac{P_0}{S \cdot t}$  где  $P_0$  - масса твердой фазы снега, мг;  $S$  - площадь шурфа, м<sup>2</sup>;  $t$  - количество суток от начала снегостава до дня отбора проб. С помощью принятой градации [5] с дополнениями [2] по среднесуточной пылевой нагрузке, определялся уровень загрязнения и экологической опасности территории.

Расчет коэффициента концентрации производился по формуле:  $K_c = \frac{C}{C_ф}$ , где  $C$  - содержание элемента в исследуемом объекте, мг/кг;  $C_ф$  - фоновое содержание элемента, мг/кг [3]. По определенным значениям коэффициентов концентрации были построены геохимические ряды ассоциаций химических элементов, которые позволяют определить кратность превышения содержания химических элементов в пробе над его содержанием в точке фонового района и источник загрязнения окружающей среды. Расчет суммарного показателя загрязнения производится по формуле:  $Z_c = \sum KK - (n - 1)$ , где  $n$  - число элементов, принятых в расчет при  $KK > 1$ . Степень загрязнения снежного покрова исследуемой территории оценивается по градации для суммарного показателя загрязнения: низкая (менее 32), средняя (64-128), высокая (128-256), очень высокая (более 256) [3].

По результатам ИНАА были построены геохимические ряды ассоциаций химических элементов по значениям коэффициентов концентраций, которые представлены в таблице ниже.

Общий вклад химических элементов в загрязнении снежного покрова отражается с помощью суммарного показателя загрязнения, для исследуемой территории, согласно градации [3], в основном характерна средняя степень загрязнения и в северо-восточном направлении в 1,8-2,3 км от ГРЭС наблюдается высокая степень загрязнения.

Наиболее значимыми химическими элементами в твердом осадке снега оказались уран (U), иттербий (Yb), тербий (Tb), лантан (La), самарий (Sm) и барий (Ba). Этот набор элементов свидетельствует о промышленном источнике загрязнения, возможно от процессов сжигания и переработки угля, так как в используемом угле Кузнецкого бассейна содержатся редкоземельные и радиоактивные элементы, также этого была исследована проба золы уноса, в которой были найдены эти элементы [1].