

складирования его в отвалах. В следствие чего снижается плата за негативное воздействие на компоненты окружающей среды.

#### Литература

1. Кирушина Н.Ю. Очистка сточных вод гальванических производств от ионов  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Zn^{2+}$  электросталеплавильным шлаком [Текст]: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук / Кирушина Наталья Юрьевна. - Пенза, 2011. - 22 с.
2. Лурье, Ю. Ю. Справочник по аналитической химии [Текст] / Ю.Ю. Лурье. - М., 1971 г. – 456 с.
3. Пат. 2207981 Российская Федерация, МПК С 02 F 1/28, В 01 J 20/02. Способ очистки сточных вод от компонентов СОЖ [Текст] / Рахимов А. И., Сторожакова Н. А., Ивлеев В. Д., Хаймович А. М., Налесная А. В., Жуков С. В., Корнеев Н. Л., Желтобрюхов В. Ф.; заявитель и патентообладатель Институт химических проблем экологии Академии естественных наук Российской Федерации. - № 2001113876/12; заявл. 21.05.2001; опубл. 10.07.2003. – 5 с.
4. Пат. 2430887 Российская Федерация. Способ очистки сточных вод от эмульгированных нефтепродуктов [Текст] / Ю.К. Рубанов, Е.В. Блаидо, А.М. Флорес; патентообладатель ГОУ ВПО БГТУ им. В. Г. Шухова - № 2010113664/05; заявл. 07.04.2010; опубл. 10.10.2011, Бюл. №28. – 5 с.
5. СанПиН 2.1.4.2651-10 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения (с изм. №3 к СанПиН 2.1.4.1074-01) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34003/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34003/)

### ЭКОЛОГО-БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ Г. УЛАН-УДЭ ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЯ

Тайкина И.А.

Научный руководитель - доцент Д.В. Юсупов

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

Уже более десяти лет подряд г. Улан-Удэ включается в список городов России с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха. Согласно результатам оценки риска для здоровья населения от комплексного многофакторного воздействия среды обитания, атмосферный воздух является средой формирования повышенного риска для здоровья [3]. Таким образом, проведение исследований качества атмосферного воздуха и специфики его загрязнения на территории г. Улан-Удэ представляется актуальным.

Листья тополя зарекомендовали себя как биогеохимический индикатор качества приземного атмосферного воздуха и широко применяются в различных эколого-геохимических исследованиях атмосферного воздуха на урбанизированных территориях с 90-х гг. XX века [1]. Морфологические особенности его листовой пластины позволяют улавливать и задерживать пылеаэрозоли, а широкое использование тополей в зелёных насаждениях городов в умеренных широтах позволяет проводить пробоотбор по равномерной сети в заданном масштабе биогеохимической съёмки [6].

Цель исследования – определить распределение концентраций химических элементов на территории г. Улан-Удэ и выявить возможные источники их поступления по данным анализа листьев тополя.

Территория исследования г. Улан-Удэ – столица Республики Бурятия, располагается у слияния рек Селенга и Уда. Численность населения – 439,128 тыс. чел. (2020). Площадь города – 365,71 км<sup>2</sup>. Город расположен на расстоянии 100 км от оз. Байкал в пределах Иволгино-Удинской межгорной впадины. В геологическом отношении территория сложена четвертичными аллювиальными и эоловыми отложениями [4]. В летний период преобладает северо-западное направление ветров [3]. Улан-Удэ характеризуется частой повторяемостью неблагоприятных метеорологических условий для рассеивания загрязняющих веществ.

Наибольший вклад в объём выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников вносят предприятия теплоэнергетики: ТЭЦ-1 – более 33%; ТЭЦ-2 – 19%; отопительные котельные энергетического комплекса – 17,5%. Авиационный завод (У-УАЗ) – вносит более 5%, Улан-Удэстальмост (УУСМ) – 4,4%, локомотивогорноремонтный завод (ЛВРЗ) – 2,1%. Доля угля в балансе котельного топлива – 75-85%. В загрязнение атмосферного воздуха химическими элементами наибольший вклад вносят У-УАЗ и ЛВРЗ. Автомобильные выхлопы составляют больше половины вредных выбросов [3].

Отбор 34 проб листьев тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) проведён в августе 2015 г. по сети опробования 2×2 км. Отбор проводился методом средней пробы на высоте 1,5-2 м от поверхности земли с примерно одновозрастных деревьев согласно методическими рекомендациям [5]. Сырые пробы (около 100 г) упаковывались в крафт пакеты «Стерит» (150×250 мм). Этап пробоподготовки состоял из просушивания, измельчения, взвешивания и озоления в соответствии с требованиями ГОСТ 2692994 [2]. Навеска проб золы – 100±1 мг. Методом инструментального нейтронно-активационного анализа (аналитик А.Ф. Судыко) на исследовательском ядерном реакторе ТПУ было определено содержание элементов в золе листьев.

Факторный анализ позволил выявить два основных фактора, влияющих на общую дисперсию содержания химических элементов (рис. 1). Фактор 1, преимущественно влияющий на распределение рассеянных, редких и редкоземельных элементов (РЗЭ), вероятно, обусловлен влиянием природных источников поступления и отражает

специфику геохимического состава пород на территории г. Улан-Удэ. Фактор 2, вероятно, техногенный, влияет на дисперсию Cr, Br, Sb.

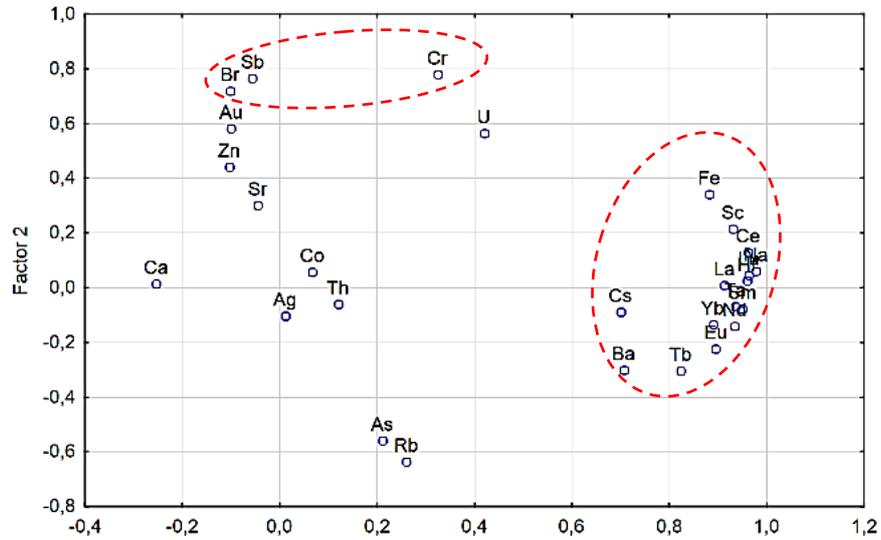


Рис.1 Двумерный график факторных нагрузок элементов в золе листьев тополя г. Улан-Удэ

Источником Sb и Br, вероятно, являются выбросы объектов транспортной инфраструктуры [7]. Cr – элемент, встречающийся на промышленно-урбанизированных территориях в повышенных концентрациях.

Для интегральной оценки концентраций химических элементов в листьях тополя использован аддитивный подход. Для каждой точки находили отношение коэффициентов концентрации ( $\geq 1,5$ ) к количеству таких элементов по формуле:

$$Agi = \frac{\sum Kk(\geq 1,5)}{n},$$

Где  $Kk$  - коэффициент концентрации элементов  $\geq 1,5$ ;  $n$  – число таких элементов. При расчёте распределения аддитивного показателя ( $Agi$ ) построена карта (рис.2).

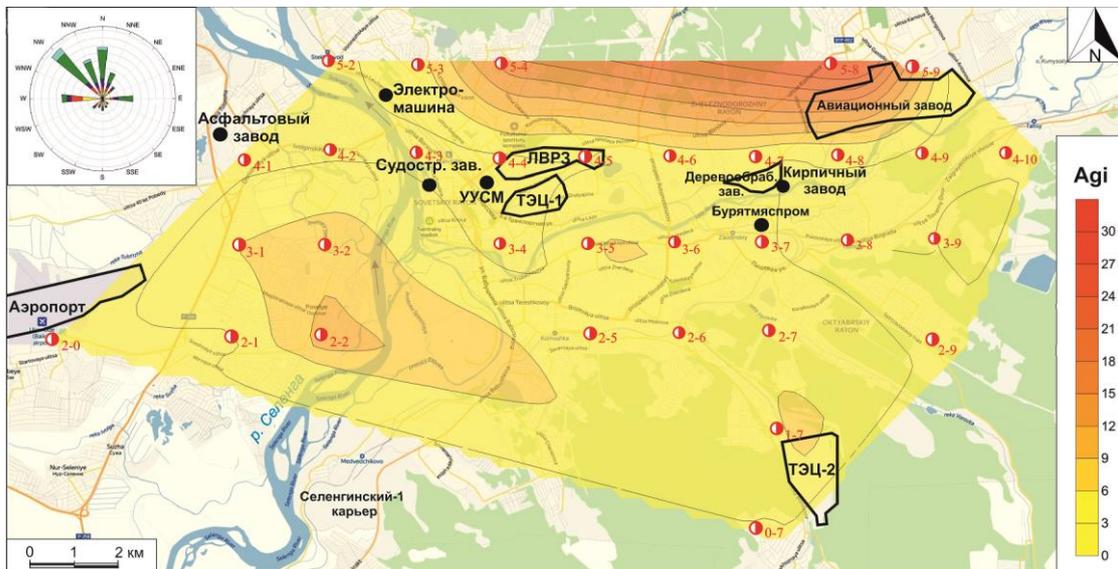


Рис.2 Пространственное распределение аддитивных показателей на территории г. Улан-Удэ

На территории г. Улан-Удэ выделяются два ореола  $Agi$  химических элементов. Первый наиболее контрастный ореол наблюдается в северной части города. С учетом розы ветров, он обусловлен петрогенным фактором. Перенос воздушных масс от техногенных источников, располагающихся южнее, например, авиационного завода, не значителен. Влияние петрогенного фактора усиливается пылевым фактором в районе воинской части и танкового полигона, расположенных в 3-5 км к северо-западу от города.

Второй ореол с повышенными значениями  $Agi$  выявлен в частном секторе, где преобладает печное отопление (с. Поселье, Солдатский и Исток) на юго-западе левобережья р. Селенга. Здесь создаются

благоприятные условия для переноса загрязняющих веществ в долине реки и отсутствием лесонасаждений на пути воздушных масс по направлению господствующих ветров. Также наблюдаются локальные ореолы с повышенными значениями  $Ag_i$  в зонах влияния угольных ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2.

Таким образом, выделены следующие источники загрязнения атмосферного воздуха на территории г. Улан-Удэ: выбросы автотранспорта; выбросы авиационного завода; сжигание углей в частном секторе и в зонах влияния ТЭЦ; пыление подстилающих пород. Два последних источника вносят наиболее весомый вклад.

#### Литература

1. Баргальи, Р. Биогеохимия наземных растений [Текст] / Пер. с англ. И.Н. Михайловой. – М: ГЕОС, 2005. – 457с.
2. ГОСТ 26929-94. Сырьё и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200021120>
3. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды в Республике Бурятия в 2015 году» – М.: Минприроды России; НИА-Природа. – 2016. – 639 с.
4. Кучумова, Ю.А. Взаимодействие поверхностных и подземных вод в зоне влияния Улан-Удэнского промышленного узла [Текст] / Ю.А. Кучумова, Д.И. Жамбалова, Е.В. Боркхова // Вестник Бурятского университета. – С. 49 – 56.
5. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. – М.: Гидрометеоиздат, 1981. – 108 с.
6. Юсупов, Д.В. Геохимические особенности элементного состава листьев тополя урбанизированных территорий [Текст] / Д.В. Юсупов, Л.П. Рихванов, Н.В. Барановская, А.Р. Ялалдинова // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. - 2016. – Т. 327. – № 6. – С. 25 – 36
7. Alves, C.A. Chemical profiling of  $PM_{10}$  from urban road dust [Text] / C.A. Alves, M. Evtugina, A.M.P Vicente // Science of The Total Environment. - 2018. – P. 41 – 51

### ВОСПРОИЗВОДСТВО ЛЕСОВ КАК СПОСОБ СОХРАНЕНИЯ ТАЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЮГО-ВОСТОКА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ВЕДЕНИИ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Хасанова Э.Х., Афонин И.В.

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

С развитием всевозможных отраслей промышленности антропогенное вмешательство в природные процессы достигло гигантского уровня. В некоторых случаях масштабы потребления лесных ресурсов превосходят скорость их естественного восстановления. Поэтому вопрос регулирования природопользования для сохранения лесов при лесохозяйственной деятельности в современных условиях весьма актуален. Одним из главных мероприятий, обеспечивающих непрерывное, неистощимое использование лесных ресурсов, улучшение породного состава и качества лесов, повышение их продуктивности, усиление защитных и иных полезных свойств лесов в интересах охраны здоровья населения, улучшения экологической обстановки, является воспроизводство лесов [3]. Возобновление леса бывает естественным, искусственным и комбинированным. Естественное возобновление в лесном хозяйстве рассматривается как метод лесовосстановления (содействие естественному возобновлению) и включает такие мероприятия, как сохранение подростка от повреждения при лесозаготовках и оставление семенных деревьев на вырубках. Искусственное возобновление леса производится посевом семян или посадкой саженцев. Комбинированное (смешанное) возобновление леса представляет собой сочетание естественного и искусственного лесовосстановления на одном и том же участке (семенное естественное возобновление в сочетании с посевом или посадкой, семенное естественное возобновление хвойных пород с порослевым возобновлением лиственных, порослевое возобновление лиственных пород с семенным возобновлением хвойных пород и т.д.). При естественном возобновлении леса сохраняется разнообразие местных генотипов и периодически повторяющихся обильных урожаев семян, обеспечивающих самовозобновление лесобразующих пород. Это важнейшее свойство растительных формаций поддерживает существование лесов на всем протяжении эволюции и позволяет организовать их постоянное использование. Все современные древостои хвойных пород спелого возраста, в условиях таежной зоны, сформировались именно из подростка предварительного возобновления [9].

Одним из главных природных богатств Томской области остаются леса, представляющие богатый таежный край [1] с древостоями ценных хвойных пород, редкими видами растений и животных, занесенных в Красную книгу [2,5]. Значительная часть лесов области относится к защитным лесам, выполняющим водоохранные, санитарно-гигиенические, оздоровительные, рекреационные и иные полезные функции [1]. Развитие лесопромышленного комплекса, обусловленное заготовкой древесины с последующей реализацией (продажей) круглого леса и продукции его переработки, как на территории Российской Федерации, так и экспорта его за границу [6], является приоритетным направлением экономики региона. Соответственно, земель, занятых лесами, становится меньше. Таежные леса, в особенности кедровые, которые являются самыми сложными и продуктивными лесными экосистемами, постоянно подвергаются воздействию многочисленных природных и антропогенных факторов. В связи с особенностью распространения ореолов древесных насаждений в южных и юго-восточных частях Томской области, для которой характерно наличие темнохвойных и смешанных лесов [7], заготовка леса ведется особенно на этих территориях. Кроме того, особенностью региона является заболоченность территории – 30% и переувлажненные почвы – 67%, что является основным фактором, влияющим на выполнение работ по заготовке древесины (4 – 5 месяцев в зимний период) и проведению мероприятий по лесовосстановлению (70% мероприятий выполняется в осенний период) [1]. Самыми эффективными способами сохранения лесного