

Однако индекс олиготрофности воды озера Дикое высокий и составляет 75,4 единицы, что свидетельствует об активных процессах самоочищения.

В январе 2015 г. были отобраны 3 пробы подземных вод в районе расположения оз. Дикое с целью выявить связь между изменениями в поверхностных и подземных водах. 2 пробы воды (с. Гремячинск, 200 м от оз. Дикое) характеризуются хлоридным натриево-кальциевым составом (формулы Курлова 2, 3), в то время как 3-я проба (с. Зырянск, 70 км от оз. Дикое) характеризуется гидрокарбонатным магниевым-кальциевым составом:

$$pH\ 6,3ж2,75M0,17 \frac{Cl57HCO_3\ 64SO_4\ 19}{Ca47Na26Mg25} \quad (2)$$

$$pH\ 6,1ж2M0,16 \frac{Cl61HCO_3\ 28SO_4\ 11}{Na48Ca33Mg17} \quad (3)$$

$$pH\ 7,ж1,05M0,1 \frac{HCO_3\ 85SO_4\ 12}{Ca49Mg30Na19} \quad (4)$$

Возможно, изменение состава подземных вод с гидрокарбонатного магниевым-кальциевого на хлоридный натриево-кальциевый связано с загрязнением подземных вод продуктами жизнедеятельности человека. Однако не исключена фильтрация загрязняющих веществ в более низкие горизонты по мере понижения уровня грунтовых вод.

На 27 февраля 2015 г. уровень оз. Байкал упал на 2 см. ниже критической отметки и составил 455,98 м. Однако в феврале 2015 году Правительство РФ пересмотрело критические отметки уровня Байкала, установленные в 2001 году, и разрешило использовать водные ресурсы озера Байкал ниже установленного минимального значения для обеспечения нормальной работы всех хозяйствующих субъектов в условиях маловодья 2014-2015 гг. [2].

Если проблемы с падением уровня грунтовых вод (соответственно, и проблемы водоснабжения местного населения, высыхание болот прибрежной территории и т.д.) наблюдались в период противостояния экологов и энергетиков, то что будет теперь, когда Правительство РФ официально разрешило понизить уровень воды в оз. Байкал? Энергетики смотрят на проблему однобоко, не желая рассматривать возможные альтернативы корректировки водопользования.

Байкал – не водохранилище, а уникальное творение природы, и относиться к нему нужно соответствующе, оберегая от непомерного антропогенного воздействия. Ибо, как гласит закон Коммонера, «все связано со всем», и искусственное понижение уровня воды, идущее в разрез с природными циклами, приведет к необратимым изменениям экосистем, что наблюдается уже сейчас. И тогда будет «нужно за все платить» (Коммонер).

#### Литература

1. Кожов М.М. Пресные воды Восточной Сибири. – Иркутск: Иркутское областное государственное издательство, 1950. – 367 с.
2. Раздел «Байкал и ГЭС» / «Плотина – нет»: информационно-экологический сайт. [Электронный ресурс] режим доступа URL: <http://www.plotina.net/news/baikal/> (дата обращения: 10.03.2015).
3. Справка по повестке заседания Межведомственной комиссии по вопросам охраны озера Байкал / Охрана озера Байкал: информационный сайт, созданный по заказу Министерства природных ресурсов и экологии России. [Электронный ресурс] режим доступа URL: <http://geol.irk.ru/baikal/law/mlawmcom/deyatelnost-komissii/informatsionno-analiticheskie-materialy-09122014> (дата обращения: 10.03.2015).

### ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ЛИСТЫ ТОПОЛЯ КАК ИНДИКАТОР СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ГОРОДОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.А Карпенко

Научный руководитель доцент Д.В. Юсупов

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

Серьезной проблемой промышленных городов является интенсивное поступление в природные среды химических элементов и соединений, а также нарушение баланса биофильных элементов. Растения отражают геохимическую специализацию окружающей среды и могут выступать индикаторами её состояния. На этом свойстве растений еще в XIX в. был основан метод биоиндикации [3].

В экологическом мониторинге активно используются листья, кора и кольца деревьев высших растений, в первую очередь для оценки состояния атмосферного воздуха вокруг предприятий топливно-энергетического [1], металлургического комплексов [5], последствием испытания ядерного оружия [4] и т.д.

Вид тополь черный (*Populus nigra L.*) широко используется для озеленения городов и создания санитарно-защитных полос в умеренном поясе, занимая до 25 % и более общей численности деревьев населенных мест. Это обусловлено рядом особенностей и полезных свойств тополя, таких как обширный ареал произрастания, быстрый рост, мощная крона, высокая пыле-, дымо- и газоустойчивость [2].

Значительная масса и площадь листьев тополя поглощает из атмосферного воздуха большое количество токсичных компонентов, частично очищая его от вредных примесей, что позволяет рассматривать этот материал как объект для биогеохимических исследований урбасистем в умеренных широтах. Также это дает возможность

производить отбор проб листьев по равномерной сети в различных масштабах с картографическим изображением результатов биогеохимической съемки.

Цель работы заключалась в изучении индикационной способности листьев тополя черного аккумулировать специфические химические элементы на территории городов южной и центральной части Томской области. Исследования проведены на территории Томска, Северска, Асино и Колпашево.

Город Томск и его город-спутник Северск образуют Томск-Северскую промышленную агломерацию с населением более 681 тыс. чел. Крупнейшими предприятиями г. Томска являются ТЭЦ-3, ГРЭС-2, ЗАО «Метанол» и ОАО «Томский нефтехимический завод». Градообразующим для г. Северска является предприятие ядерно-топливного цикла – ОАО «Сибирский химический комбинат», входящий в состав Топливной компании «ТВЭЛ» Госкорпорации «Росатом». Общий выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух от предприятий в 2011-2013 гг. составил в г. Томске – около 110,5 тыс. т, в г. Северске – 68 тыс. т, что составляет соответственно 11 % и 6,7 % от выброса загрязняющих веществ по Томской области за этот период. Индекс загрязнения атмосферы (далее – ИЗА) в 2013 г. составил в г. Томске – 9,0 (высокий уровень) и в г. Северске – 1,3 (низкий уровень) [6]. Отобрано 16 проб листьев тополя.

Город Асино является административным центром Асиновского района с населением более 24,6 тыс. чел. Город расположен на левом берегу реки Чулым (приток Оби) в 109 км к северо-востоку от Томска. В городе развиты лесная промышленность и деревообработка, действует ЗАО «Томский фанерный комбинат». Выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух от предприятий г. Асино в 2011-2013 гг. составил примерно 10 тыс. т (1 % от выброса загрязняющих веществ по Томской области) [6]. Всего отобрано 5 проб листьев тополя.

Город Колпашево – административный центр Колпашевского района с населением более 23 тыс. чел. Город расположен на правом берегу Оби, в 270 км к северо-западу от Томска. Развит агропромышленный комплекс. Общий выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух от предприятий в 2011-2013 гг. составил в г. Колпашево около 2,5 тыс. т (0,3 % от выброса загрязняющих веществ по Томской области), ИЗА в 2013 г. – 4 (низкий уровень) [6]. Отобраны 2 пробы листьев тополя.

Отбор проб листьев в городах проводился в период в конце августа – начале сентября. Листья отбирались методом средней пробы в нижней части кроны с внешней ее стороны по окружности на высоте 1,5-2 м от поверхности земли с примерно одновозрастных деревьев и взяты для анализа без черешков. Для упаковки проб использовались специальные крафт пакеты. Подготовка проб для анализа включала следующие операции: просушивание при комнатной температуре, измельчение, взвешивание и озоление.

Температурный режим озоления способом сухой минерализации регулируется требованиями ГОСТ 26929-94. Тигель с сухой пробой помещали в электропечь, отрегулированную ранее на температуру 250°C и проводили ее обугливание до прекращения выделения дыма. После окончания обугливания температуру постепенно (на 50°C через каждые 30 мин) повышали до 450°C. Время озоления партии проб составляло 5 часов. Полученную золу растирали в ступке, брали навеску 100 мг и пакетировали в фольгу марки А-995.

Определение валового состава макро- и микроэлементов в образцах золы листьев тополя производилось инструментальным нейтронно-активационным методом анализа на 28 элементов в аккредитованной ядерно-геохимической лаборатории на исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т Национального исследовательского Томского политехнического университета по аттестованным методикам.

Плотность потока тепловых нейтронов в канале реактора составляла  $2 \cdot 10^{13}$  нейтр./(см<sup>2</sup>·с), продолжительность облучения проб – 5 часов. По окончании облучения пробы выдерживались некоторое время и направлялись на гамма-спектрометр для измерений интенсивности излучения радиоактивных изотопов. Измерение производилось на многоканальном анализаторе импульсов «Canberra» полупроводниковым Ge детектором GX3518. Сравнивая интенсивность гамма-линий соответствующих радионуклидов с интенсивностью стандартного образца (лист березы ГСО 8923-2007), рассчитывали содержание определяемых элементов (аналитики с.н.с. А.Ф. Судыко, Л.Ф. Богутская). Результаты анализа представлены на рисунке.

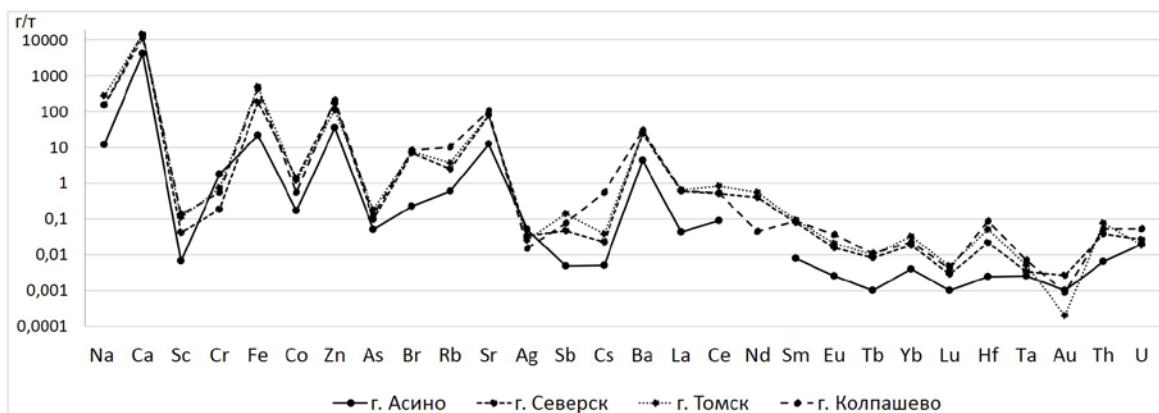


Рис. Распределения средних концентраций химических элементов в золе листьев тополя Томской области

На графике видно, что г. Асино выделяется более низкими концентрациями химических элементов. В данном населенном пункте отсутствуют крупные предприятия, негативно воздействующие на окружающую среду, поэтому его территорию можно рассматривать как фоновую для региона.

Сравнение вещественного состава золы листьев тополя в различных городах проводили разными способами: использовали в качестве эталона кларки верхней континентальной коры (по Тейлору и Мак-Леннану) и средние геометрические содержания элементов в золе листьев тополя в совокупной выборке проб исследованных городов области. Геохимическими параметрами данных способов служат кларки концентрации (КК) и коэффициенты концентрации (Кс). КК фиксируют общие особенности биологического поглощения химических элементов растений определенного систематического положения, тогда как Кс выявляют и подчеркивают биогеохимическую специфику исследуемой территории. По Кс в порядке убывания их значений построены геохимические ряды. Значимый уровень концентрации химических элементов в геохимических рядах определяется техногенной нагрузкой, а также природным фактором территории, и составляет 3 и более значений коэффициентов концентрации.

Геохимические ряды, построенные по  $КК > 3$  относительно кларков верхней континентальной коры, имеют следующий порядок: г. Асино ( $Ag_{10} > Au_{5,5} > Zn_{5,1}$ ), г. Северск ( $Zn_{24,5} > Au_{14,5} > Ag_{6,6}$ ), г. Томск ( $Zn_{15,4} > Ag_{5,2}$ ), г. Колпашево ( $Zn_{29,5} > Au_5 > Ag_3$ ). Выделенная группа элементов (Zn, Au и Ag) избирательно концентрируются в золе листьев тополя черного (*Populus nigra L.*). По  $Кс > 2$  установлены приоритетные элементы-индикаторы урбанизированных территорий: в Асино – Cr, в Северске – Au; в Томске – Sb; в Колпашево – Cs, Rb и Hf.

Изложенный выше материал позволяет сделать следующие выводы:

самыми низкими концентрациями большинства химических элементов в золе листьев тополя по сравнению с другими исследованными городами характеризуется г. Асино и его можно рассматривать как региональный фон;

выявлены видоспецифичные для листьев тополя черного химические элементы – Zn, Au, Ag;

установлены некоторые индикаторные химические элементы, которые, возможно, отражают геохимическую специализацию промышленных производств, а также природный фактор территорий.

#### Литература

1. Байгалиев Б.Е., Шайхутдинова А.А. Экологический мониторинг растительного покрова в окрестности предприятий топливно-энергетического комплекса, использующих твердое топливо // Экология и промышленность России, 2011. – № 2. – С. 55-59.
2. Бакулин В.Т. Использование тополя в озеленении промышленных городов Сибири: краткий анализ проблемы // Сибирский экологический журнал, 2005. – № 4. – С. 563-571.
3. Баргальи Р. Биогеохимия наземных растений. – М.: ГЕОС, 2005. – 457 с.
4. Рихванов Л.П., Архангельская Т.А., Несветайло В.Д. Изучение уровня и динамики накопления делящихся радионуклидов в годовых кольцах деревьев // Геохимия, 2002. – № 11. – С. 1238-1245.
5. Шаймарданова Б.Х., Асылбекова Г.Е., Барановская Н.В., Байгалиев А.Б., Корогод Н.П. Биоиндикация урбозокосистемы г. Павлодара по содержанию химических элементов в золе листья тополя черного *Populus nigra L.* // Вестник Томского государственного университета, 2010. – № 338. – С. 212-216.
6. Экологический мониторинг: Доклад о состоянии и охране окружающей среды Томской области. – Томск: Дельтаплан, 2014. – 194 с.

### АНАЛИЗ РИСКА ТЕХНОГЕННЫХ АВАРИЙ И ОЦЕНКА ВОЗМОЖНЫХ ЧЕРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ХВОСТОХРАНИЛИЩАХ АК-ТЮЗ, РЕСПУБЛИКИ КЫРГЫЗСТАН

Д.П. Клименко

Научный руководитель доцент Л.Э. Оролбаева

Кыргызский государственный технический университет им. Раззакова, г. Бишкек, Кыргызстан

В условиях хвостового хозяйства аварийные ситуации могут возникнуть в результате выработки ресурсов сооружений и их элементов, недостаточного контроля за сооружениями, в результате ошибок эксплуатационного персонала, действий стихии или теракта.

Наиболее опасным видом аварии, которая может принести наибольший ущерб окружающей среде, является фронтальное разрушение одного из элементов напорного фронта ГТС – ограждающей дамбы хвостохранилища, участком возможного разрушения может быть практически вся длина дамбы. Для контроля устойчивости дамбы достаточными являются наблюдения за геометрическими и проектными параметрами дамбы, за фильтрационной прочностью дамбы – отсутствием выноса частиц грунта из тела дамбы (отсутствие мутности в профильтровавшейся воде), промоин, выпора грунта на откосе или у подошвы дамбы, размыва откоса фильтрующей водой. При этом периодически должно подтверждаться соответствие физико-механических характеристик грунтов тела дамбы хвостохранилища, заложенных в расчетах устойчивости.

Причины возникновения аварий на ограждающей дамбе хвостохранилища:

1. Потеря устойчивости, в результате не соблюдения проектных параметров сечения дамбы и грунтов тела дамбы.

2. Потеря устойчивости и фильтрационной прочности в результате выхода фильтрационного потока с выносом частиц грунта из тела или основания ограждающей дамбы.