

центром сохранения биоразнообразия характерных ландшафтных зон, располагающихся на стыке физико-географических зон Восточного и Западного Памира.

#### Литература

1. Аслов С.М. Мониторинг водных ресурсов - важная задача в решении проблем бассейна Аральского моря // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. - 2001. -Т.1. -№ 3. - С. 17-19.
2. Ш. Р. Бобокбаев Экологический риск прорыва озеро Сарез // Проблемы геоэкологии и устойчивого развития в XXI веке. Экология человека и планеты: VII Всероссийской научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М. К. Коровина. – Томск, ТПУ, 2015.- 611 с.
3. Аслов С.М. Мониторинг водных ресурсов - важная задача в решении проблем бассейна Аральского моря // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. - 2001. -Т.1. -№ 3. - С. 17-19.
4. К. Бозов. Ноксология, 2014. Изд-во Кыргызско - Российского Славянского университета.-235 с.

### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ (Zn, Ag, Cd, Sb, Pb) НА ТЕРРИТОРИИ УРСКОГО ХВОСТОХРАНИЛИЩА ПО ДАННЫМ ОПРОБОВАНИЯ ЛИСТЬЕВ БЕРЕЗЫ

Е.А. Богданович

Научный руководитель доцент Д.В. Юсупов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Выявление и изучение роли живых организмов в миграции химических элементов в условиях хвостохранилищ горно-обогатительных предприятий является актуальной проблемой в связи с загрязнением окружающей среды тяжелыми металлами. Большинство растений, произрастающих на урбанизированных территориях, в той или иной степени подвержены антропогенному влиянию. Элементный состав растений отражает геохимическую специализацию окружающей среды и может выступать индикатором её состояния [1].

Целью работы является оценка эколого-геохимического состояния территории Урского хвостохранилища по данным изучения элементного состава сухого вещества листьев березы.

Объектом исследования служили листья берёзы повислой (*Betula pendula*). Береза является эдификатором, формируя мелколиственные леса в зоне умеренного климата. При благоприятных условиях она достигает 25-30 м в высоту. Так же береза обладает высокой экологической пластичностью, высокими пыле- и газопоглощающими свойствами, устойчивостью к промышленному загрязнению территории [2].

Урское хвостохранилище находится в пос. Урск в Гурьевском районе Кемеровской области. Оно сформировано более 50 лет назад, содержит отходы цианирования полиметаллических первичных и окисленных руд Ново-Урского месторождения. Отходы первичных руд на 50-90% состоят из пирита [4]. При хранении сульфидсодержащих отходов образуются пыль, кислые дренажные растворы с высокими концентрациями тяжелых металлов, происходит их высвобождение, миграция и последующее концентрирование в различных объектах окружающей среды, в том числе в растительности [3].

Отходы складированы в заболоченном логу двумя сухими отвалами высотой 10-12 м. Ложе хвостохранилища не огорожено дамбами. В логу протекает ручей, воды которого имеют сильнокислую реакцию. В результате территория в 7,85 га ниже хвостохранилища под влиянием сернокислых растворов дождевых и поверхностных вод, дренирующих отвалы, выжжена, частично перекрыта снесенным материалом отходов, а растительность уничтожена. В непосредственной близости (50-250 м) от выжженной земли расположена селитебная зона с приусадебными участками и жилыми домами [2].

В июле 2015 г. в поселке Урск на территории по периферии хвостохранилища отобраны пробы листьев березы повислой по радиальной сети с шагом опробования 150-200 метров. Фоновая проба отобрана в районе озера Урское в 4 км к юго-востоку от хвостохранилища. Листья отбирали в сухую ясную погоду методом средней пробы с примерно одновозрастных деревьев на высоте 1,5-2 м от поверхности земли и помещали в крафт пакеты размером 150×250 мм. Всего отобрано 17 проб. Далее пробы высушивали, механически измельчали, брали навеску и разлагали в концентрированной азотной кислоте по стандартной методике [2].

Определение содержания тяжелых металлов в образцах сухого вещества листьев березы проводили методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой в аккредитованном химико-аналитическом центре «Плазма» (г. Томск). Для контроля точности анализа использовали стандартный образец состава листа березы (ГСО 8923-2007). Ошибка определения элементов не превысила 10 %. Статистические параметры содержания элементов в образцах листьев березы на территории Урского хвостохранилища представлены в таблице.

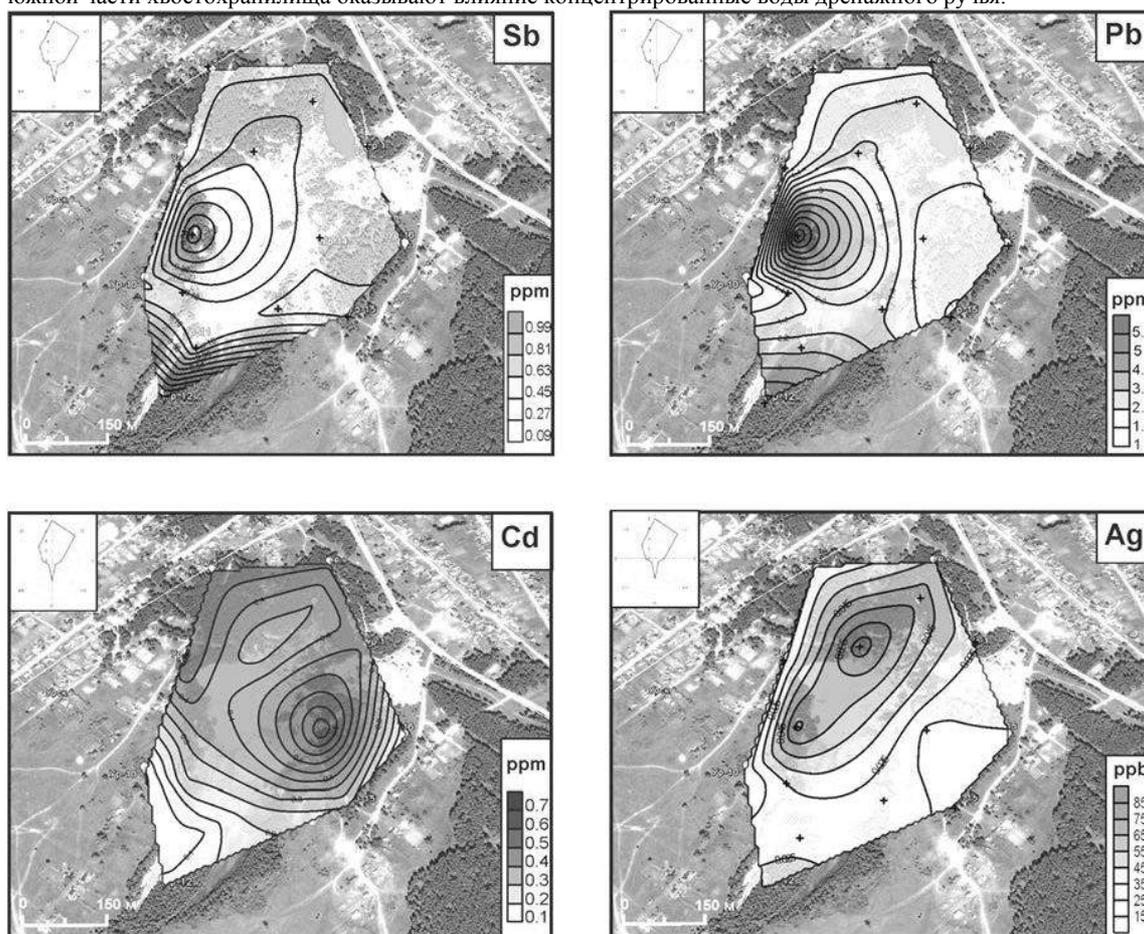
Таблица

Содержание тяжелых металлов в сухой массе листьев березы на территории Урского хвостохранилища

Элемент	Содержание, мг/кг				Стандартное отклонение	Коэффициент вариации, %
	фоновое	min	max	среднее		
Zn	87	>500	366	209,3±23,6	94	45
Ag	0,01	0,004	0,08	0,02±0,005	0,02	81
Cd	0,04	0,03	0,70	0,29±0,04	0,20	66
Sb	0,05	0,05	1,10	0,20±0,07	0,29	143
Pb	0,30	0,29	5,88	1,68±0,36	1,43	85

Анализ данных содержания тяжелых металлов в сухом веществе листьев березы на территории Урского хвостохранилища позволил выявить следующие особенности. По значению коэффициента вариации однородная выборка (< 50%) наблюдается у Zn, не дифференцированная выборка (50-70%) – у Cd, сильно неоднородные (70-100%) выборки – у Ag и Pb и крайне неоднородная (>100%) – у Sb. Среднее содержание тяжелых металлов в сухом веществе листьев березы отличается от фоновых в 2-6 раз. Максимальный коэффициент концентрации наблюдается у сурьмы (>20).

Пространственная локализация биогеохимических ореолов Sb, Pb, Cd и Ag на территории Урского хвостохранилища показана на рисунке. Всего выделено три конформных ядра ореолов, располагающихся на периферии хвостохранилища в южной (Sb, Pb), юго-западной (Sb, Pb, Ag) и юго-восточной (Cd) частях на расстоянии 50-225 м от отвалов хвостохранилища. По мере удаления от границы хвостохранилища в сторону жилой зоны поселка, концентрации Sb, Pb и Ag приближаются к фоновым. Сопряженный характер выявленных ореолов определяется близким расположением отвалов и господствующим направлением ветров в летний период времени, способствующим пылевому загрязнению данной территории. Также на формирование ореолов в южной части хвостохранилища оказывают влияние концентрированные воды дренажного ручья.



**Рис. Ореолы сурьмы, свинца, кадмия и серебра на территории Урского хвостохранилища по данным опробования листьев березы (врезка – летняя роза ветров)**

Таким образом, в данной работе произведена оценка содержания тяжелых элементов в сухом веществе листьев березы на территории, прилегающей к Урскому хвостохранилищу; выявлена пространственная структура биогеохимических ореолов сурьмы, свинца, кадмия и серебра; определены основные факторы, оказывающие влияние на их формирование; показана индикаторная роль листьев березы повислой. Результаты работы могут быть использованы для проведения мониторинга в районах хвостохранилищ.

*Работа выполнена при финансовой поддержке: РНФ №15-17-100*

#### Литература

1. Баргальи Р. Биогеохимия наземных растений. Пер. с англ. И.Н. Михайловой. – М.: ГЕОС, 2005. – 457 с.
2. Богданович Е.А., Юсупов Д.В. Ртуть и мышьяк в листьях березы Урского хвостохранилища (Кемеровская область) // Творчество юных – шаг в успешное будущее: Материалы VIII Всероссийской научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – Т. 286. – С. 208 – 209.

3. Густайтис М.А., Лазарева Е.В., Богуш А.А. и др. Распределение ртути и ее химических форм в зоне сульфидного хвостохранилища // Доклады Академии наук, 2010. – Т. 432. – № 5. – С. 655 – 659.
4. Щербаклова И.Н., Густайтис М.А., Лазарева Е.В., Богуш А.А. Миграция тяжелых металлов (Cu, Pb, Zn, Fe, Cd) в ореоле рассеяния Урского хвостохранилища (Кемеровская область) // Химия в интересах устойчивого развития, 2010. – Т. 18. – № 5. – С. 621 – 633.

### ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БЕНЗ(А)ПИРЕНОМ В РАЙОНЕ БЫВШЕГО БАЙКАЛЬСКОГО ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО КОМБИНАТА

И.В. Богуш<sup>1,2</sup>, Р.А. Аджиев<sup>2</sup>

Научный руководитель доцент О.С. Решетняк<sup>1,2</sup>

*Южный федеральный университет<sup>1</sup>, Институт наук о земле, Гидрохимический институт<sup>2</sup>,  
г. Ростов-на-Дону, Россия*

В настоящее время Росгидромету и Гидрохимическому институту (ГХИ) удалось сформировать научно обоснованную постоянно действующую систему гидрохимического, геохимического, микробиологического, гидробиологического контроля, которая по необходимым параметрам охватывает водную толщу озера, донные отложения, атмосферные выпадения и воды рек, впадающих в озеро, что позволяет регулярно давать достоверную информацию о качественном составе воды озера и донных отложений озера Байкала [1].

В настоящее время загрязнение полициклическими ароматическими углеводородами (ПАУ) носит глобальный характер. Поэтому одним из направлений системы мониторинга является изучение наиболее опасных для природной среды озера суммы концентраций ПАУ и наиболее токсичного среди полиаренов и индикаторного показателя - бенз(а)пирена (БП). Эти загрязнители поступают со сточными водами комбината и от других источников загрязнения в водную толщу озера и донные отложения в районе бывшего БЦБК (полигон). БП не является основным загрязняющим веществом в зоне антропогенного влияния сточных вод сульфатно-целлюлозного производства комбината на экосистему озера. Но он образуется непосредственно при термической обработке древесины при температуре 300- 400<sup>0</sup>С и во многом в мониторинге состояния донных отложений озера является важным индикатором их загрязнения [2].

Состояние донных отложений озера Байкал используется в качестве важнейшего критерия для оценки антропогенного загрязнения водоема. Загрязнение донных отложений озера отражает воздействие антропогенного фактора за длительный промежуток времени. ДО являются депонирующей средой для многих веществ естественного и антропогенного происхождения, поступающих в водоем и их количественные и качественные характеристики стабильны во времени.

Материалом для работы послужили данные комплексных экспедиционных исследований Гидрохимического института за период 2011-2015 гг.

В работе рассматривается содержание суммы ПАУ в донных отложениях озера, а в качестве индикаторного представителя полиаренов принимается суперэкоотоксикант первого класса опасности бенз(а)пирен [3].

Непосредственно на полигоне анализ полиароматических углеводородов впервые был проведен ещё в 1981- 1989 гг. Информация о содержании в донных отложениях озера ПАУ и БП крайне необходима при мониторинге состояния экосистемы Байкала.

Оценка загрязненности донных отложений озера БП проводилась согласно разработанной в Институте химии АН Эстонии шкале сравнительной оценки загрязненности донных отложений внутриконтинентальных водоемов бенз(а)пиреном. Это единственная в своем роде шкала, разработанная с учетом литологического типа донных отложений, согласно которой его фоновая концентрация для песков не должна превышать 2 мкг/кг с.о., для глинистых илов – 5 мкг/кг с.о.; умеренная концентрация - 2 - 5 и 5-30 мкг/кг с.о., соответственно; на сильно загрязненных участках – соответственно, более 5 и более 30 мкг/кг с. о. [4].

Общая картина расположения литологических типов донных отложений, представляет собой сложную мозаичную структуру, где грубозернистые отложения могут располагаться среди тонкозернистых илов в виде пятен, что приводит к отсутствию упорядоченности в концентрировании веществ в литологическом профиле полигона. Глубина волнового (гидродинамического) воздействия на донные отложения может достигать 30 метров [1, 2].

Отбор проб донных отложений проводился на полигоне – район бывшего Байкальского целлюлозно-бумажный комбинат (с 25 декабря 2013 года комбинат закрыт).

Как показали предыдущие исследования, проведенные ГХИ [1, 2], концентрирование загрязняющих веществ таких как полиароматические углеводороды, хлорорганические пестициды, бенз(а)пирен в донных отложениях полигона происходит в основном в восточной части полигона, морфологически ограниченном Хара-Муринской банкой, что способствует перманентному повышению степени техногенной нагрузки на донные отложения этой части озера. Данная закономерность обусловлена течением озерной массы воды, которое прослеживается вдоль южного побережья Байкала и направленно с юго-запада на северо-восток. Вследствие этого происходит перераспределение, как седиментационного материала, так и адсорбируемых им загрязняющих веществ.

В данном исследовании вопрос о происхождении БП на полигоне не рассматривался, так как непосредственно на полигоне один из основных источников поступления данного полиарена до декабря 2013