

**ОЦЕНКА ВАЛОВОГО СОДЕРЖАНИЯ РТУТИ В ЛИСТЬЯХ ТОПОЛЯ НА ТЕРРИТОРИИ  
Г. НОВОКУЗНЕЦКА**

**В.В. Осипова**

Научный руководитель доцент Д.В. Юсупов, ст. преподаватель Е.Е. Ляпина  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Ртуть является одним из самых токсичных металлов, загрязняющих окружающую среду. Практически во всех странах она входит в «чёрные списки» химических веществ, подлежащих особому экологическому и гигиеническому контролю. Ртутьсодержащие отходы по степени токсичности относятся к I классу опасности. Ртуть и ее соединения способны накапливаться в организме человека, нанося непоправимый вред здоровью: поражаются нервная система, печень, почки, желудочно-кишечный тракт.

Общее количество ртути, мобилизованной в качестве естественной примеси, связана с углем, нефтью и рудными концентратами цветных металлов. Основными источниками атмосферных выбросов ртути являются установки по сжиганию угля и нефтепродуктов, а также предприятия цветной металлургии. Среднее содержание ртути в углях Кузнецкого бассейна – основного поставщика товарных углей в России, составляет – 0,09 г/т [3].

Новокузнецк является одним из крупнейших металлургических и угледобывающих центров страны. Это первый по количеству жителей (более 550 тыс. человек) и первый по площади (424 км<sup>2</sup>) город Кемеровской области [2]. Город является центром Новокузнецкой (Кузбасской) агломерации, население которой насчитывает более 1,3 млн. человек. Она является 12-й по величине в стране. Промышленность города имеет ярко выраженную специализацию и представлена чёрной (ОАО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат» (ЗСМК), ОАО «Кузнецкие ферросплавы») и цветной металлургией (ОАО «РУСАЛ Новокузнецкий алюминиевый завод»); угольной промышленностью (шахты, разрезы), машиностроением, строительством и теплоэнергетикой (Центральная, Западно-Сибирская и Кузнецкая ТЭЦ).

Экологическая обстановка в Новокузнецке официальными ведомствами оценивается как напряженная. Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха проводятся на восьми стационарных постах лабораторией Государственной службы наблюдений за состоянием окружающей среды. Анализ проб проводится в лаборатории Гидрометеорологической обсерватории [2]. В 2013-2014 годах Новокузнецк входил в перечень городов России с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха по таким показателям как сажа, взвешенные вещества, диоксид азота, фторид водорода, оксид углерода, формальдегид и бенз (а) пирен [1,4].

Цель исследования – оценка валового содержания ртути и ее распределение на территории г.Новокузнецка по данным изучения листьев тополя.

Объектом исследования служила листва тополя черного (*Populus nigra L.*). Тополь черный достигает 30-35 м высоты и 1-2 м в диаметре ствола. Он отличается от других древесных растений быстрым ростом и более частым использованием для озеленения городских территорий в умеренном поясе. Тополь – это эффективный воздушный фильтр. Благодаря особому устройству поверхности листовой пластины (клейкая поверхность и расположение устьиц на обеих сторонах листовой пластинки), он является природным геохимическим планшетом для пылеаэрозолей и отражает кратковременный сезонный (летний) накопительный эффект [5].

В сентябре 2015 года на территории г. Новокузнецка по равномерной сети 2 × 2 км отобраны 33 пробы листьев тополя чёрного. Листья отбиралась в крафт-пакеты методом средней пробы с примерно одновозрастных деревьев на высоте 1,5 – 2 м от поверхности земли. Подготовка проб листвы к анализу включала высушивание до воздушно-сухого состояния при комнатной температуре, измельчение и перемешивание для достижения наибольшей однородности материала, взятие навески для анализа.

Анализ проводился атомно-абсорбционным методом на установке «РА-915М» с приставкой «ПИРО-915+» в лаборатории микроэлементного анализа на кафедре геоэкологии и геохимии ИПР ТПУ. Прибор предназначен для прямого определения ртути в жидких и твердых образцах различного состава. Низкие пределы обнаружения ртути на уровне единиц нг/г позволяют проводить анализ вещества с достаточно низким содержанием ртути, в том числе анализировать фоновые пробы условно чистых территорий и продукты питания.

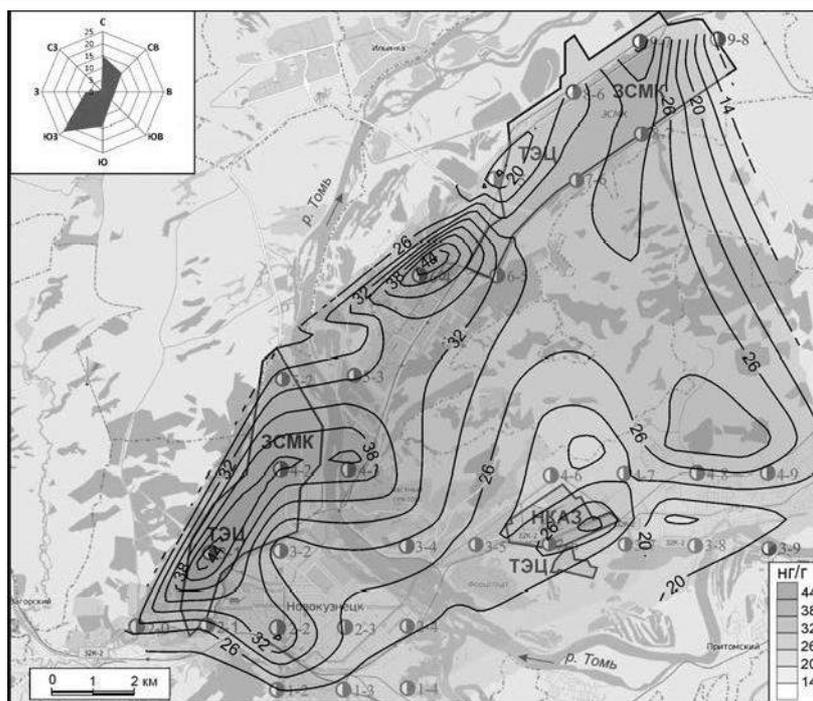
Двухсекционный атомизатор "ПИРО-915+" состоит из испарителя, в котором происходит испарение жидких и пиролиз твердых проб, и реактора, в котором происходит каталитическая деструкция соединений матрицы пробы. Результат анализа выводится на компьютер. Измерение одной пробы проводили минимум два раза для того, чтобы исключить погрешность. Если разброс значений составлял более 12%, то производили повторные измерения до значений погрешности ниже допустимого порога. Для контроля измерений ртути в сухой массе листьев тополя на данной установке использовали стандартный образец «лист березы» (ГСО 8923-2007, СО КООМЕТ 0067-2008-RU), который подходит для изучения различных растительных материалов.

Результаты анализа статистически обработаны и представлены в таблице.

**Таблица**

**Статистические параметры содержания ртути (нг/г) в сухой массе листьев тополя г. Новокузнецка**

Показатель	Значение	Показатель	Значение
Среднее	26,7± 1,6	Стандартное отклонение	9,3
Минимум	7,9	Экссесс	0,5
Максимум	49,0	Асимметрия	0,7
Медиана	24,4	Коэффициент вариации, %	35



**Рис. Изоконцентрации ртути на территории г. Новокузнецка по данным опробования листьев тополя**

Анализ данных таблицы позволяет выделить особенности в распределении ртути. Среднее содержание ртути в сухом веществе листьев тополя на территории г. Новокузнецка (26,7 нг/г) сопоставимо с содержанием ртути в стандартном образце состава листьев тополя (GSV-3) зарубежного выпуска (Institute of Geophysical and Geochemical Exploration (КНР)) – 26,0 нг/г. Максимальное содержание ртути в выборке превышает данное значение в 1,9 раза. По значению коэффициента вариации для ртути характерна однородная выборка (< 50%).

Карта-схема пространственного распределения концентраций валовой ртути на территории г. Новокузнецка, построенная с помощью программ SURFER 10 и COREL DRAW 16, представлена на рисунке. Выявлены четыре значимых ореола валовой ртути, превышающих среднее значение в 1,5-2 раза. Самый крупный по площади и высококонтрастный ореол с изоконцентрациями 38-48 нг/г локализован в Центральном районе города и приурочен к промышленным зонам Центральной ТЭЦ и Metallургического комбината (площадке рельсового проката ЗСМК). Два других локальных ореола с изоконцентрациями 38-44 нг/г сосредоточены в Заводском районе (в северо-восточной части города) и отвечают промышленной зоне ЗСМК, включая Западно-Сибирскую ТЭЦ. Четвёртый, менее контрастный ореол с изоконцентрацией 32 нг/г находится в Кузнецком районе (в восточной части города) в пределах зон влияния Кузнецкой ТЭЦ, алюминиевого и ферросплавного заводов. На конфигурацию ореолов оказывает влияние преобладающее направление юго-западных ветров (см. рис.).

Таким образом, установлено, что выявленные ореолы валовой ртути локализуются в промышленных зонах города. Ртуть, содержащаяся в листьях тополя, является одним из геохимических индикаторов промышленной специализации территории г. Новокузнецка. До конца не ясен вопрос об источниках выбросов валовой ртути в пределах промышленных зон города. Каков отдельный вклад ТЭЦ, заводов черной и цветной металлургии в суммарную эмиссию ртути в окружающую среду города Новокузнецка?

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФ №15-17-1001*

#### Литература

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2014 г.». – М.: МПР РФ, 2011. – 571 с.
2. Доклад о состоянии окружающей среды города Новокузнецка за 2014 год / Комитет охраны окружающей среды и природных ресурсов администрации города Новокузнецка. – Новокузнецк, 2015. – 87 с.
3. Оценка поступлений ртути в окружающую среду с территории Российской Федерации (АСАР) / Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, Датское агентство по охране окружающей среды. – Копенгаген, 2005. – 312 с.
4. Экологический мониторинг: Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2013 году / Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Кемеровской области. – Кемерово, 2014. – 278 с.
5. Язиков Е.Г., Барановская Н.В., Игнатова Т.Н. Эколого-геохимическая оценка территории района города по данным биогеохимической съемки. Методические указания по выполнению лабораторной работы. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 32 с.