

УДК 502/504

Л. М. Юферева, А. А. Гаврилова

Петербургский государственный университет путей сообщения

М. Ю. Юферев

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ СНЕЖНОГО ПОКРОВА САДОВО-ПАРКОВЫХ ЗОН В ЦЕНТРЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Исследуются загрязнения тяжелыми металлами снежного покрова садово-парковых зон в центре Санкт-Петербурга. Отобраны пробы снежного покрова в девяти контрольных точках в зеленых зонах рекреации, расположенных рядом с крупными автодорогами в центральной части города, – Летнем и Юсуповском садах. С помощью метода пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии определены массовые концентрации металлов, таких как Cu, Zn, Mn, Cd. Получены количественные и качественные показатели загрязнения тяжелыми металлами снежного покрова в исследуемых зонах. Показаны особенности вредного воздействия тяжелых металлов на растения и живые организмы.

снежный покров; тяжелые металлы; растительность садово-парковых зон, автотранспорт; метод пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии.

Введение

Изучение загрязнения тяжелыми металлами снежного покрова городов является одним из видов экологического мониторинга, поскольку полученные данные отражают реальную экологическую обстановку и позволяют судить об экологической безопасности определенной территории.

Снежный покров можно рассматривать как индикатор загрязнения природной среды. Поскольку именно снежный покров является аккумулятором аэрозольных загрязняющих веществ, выпадающих из атмосферного воздуха, исследование данной проблемы в условиях мегаполиса является актуальным. В дальнейшем, при таянии снега, вредные вещества поступают в природные среды: в почву, воду, а также растения, загрязняя их.

1 Особенности вредного воздействия загрязнения снежного покрова

За последние годы возрос интерес к изучению динамики загрязнения снежного покрова. Работы, проведенные по данной проблематике [1, 2] в различных городах России,

подтверждают, что основными источниками загрязнения снежного покрова являются автомобильный транспорт, промышленность и жизнедеятельность человека, вредные воздействия от которых находятся в зависимости от антропогенной нагрузки и носят зачастую локальный характер.

В [3] приведено изучение химического состава снега, выпавшего в Санкт-Петербурге за зимний период 2010/11 г. Авторы отмечают, что на территории изучаемых ими районов наблюдается процесс загрязнения, находящийся на разных стадиях. При этом центр мегаполиса остается все-таки недостаточно исследованным.

Авторами исследования [4], проведенного в 2012 г. в центральной части Санкт-Петербурга, показан все возрастающий рост негативного влияния от автотранспорта, что связано с увеличением его количества и особенностью исторического формирования городской среды.

Действительно, каждая эпоха становления Санкт-Петербурга определяла тенденцию строительства и оформления зданий, сооружений, садов, парков и, как следствие, развитие улично-дорожного комплекса. В результате город получил плотную застройку

в центральной части, где были образованы сложно переплетенные узкие улочки, местами переходящие в широкие проспекты, а на окраинах города – огромные площади с точечной застройкой. Озеленение городской среды также весьма неоднородно и неравномерно, оно отражает имперские амбиции, модные тенденции и нормативные рекомендации своего времени [5].

Каждый житель Санкт-Петербурга знает о непростой дорожной ситуации в городе. Сложное устройство «центра» и плотная автозагрузка его магистральной сети вносит свою лепту в неблагоприятную экологическую обстановку городской среды. Автотранспорт является основным источником ухудшения экологического состояния центральной части города. Этот протяженный линейный источник загрязнения наступает по всем «фронтам» – его воздействию подвергаются атмосферный воздух, почвенный покров и водные объекты Санкт-Петербурга, разрушение которых приводит к гибели микроорганизмов, зеленых насаждений и ухудшению здоровья людей и животных.

Автотранспорт является источником выделения выхлопных газов, которые образуются в результате сгорания топлива в двигателе внутреннего сгорания. С выхлопными газами в городской воздух попадают около двухсот химических соединений, а также мелкодисперсные частицы. Помимо широко известных загрязняющих веществ, таких как диоксид азота, диоксид серы, угарный газ, углеводороды, для человека и растений опасны также тяжелые металлы.

Тяжелые металлы – группа металлов с атомной массой более 50. К тяжелым металлам относят и те металлы или, в некоторых случаях, металлоиды, которые являются стабильными и имеют плотность более $4,5 \text{ г/см}^3$, и их соединения. Тяжелые металлы – Pb, Cd, Ni, Zn, Cu, Hg и другие относятся к числу распространенных и весьма токсичных загрязняющих веществ [6, 7, 8].

Особенность вредного воздействия тяжелых металлов на природную окружающую среду проявляется следующим образом. Соли тяжелых металлов, осевшие на листьях, вы-

зывают увеличение плотности листьев, их деформацию, раннее опадение, возможность мутации: изменение формы листьев, цветов, плодов и т. п. Многие растения через корневую систему поглощают вместе с водой тяжелые металлы и тем самым получают губительную дозу токсичных элементов. К примеру, соли меди влияют на рост растений. Растения, отравленные цинком, сбрасывают листья. Кадмий, так же как медь, приводит к задержке роста, поражает корневую систему. Марганец нарушает кислородный обмен у растений. Снижается урожайность многих плодово-ягодных пород и качество самих плодов.

Повышенное содержание, к примеру, меди в организме человека приводит к расстройству нервной системы, нарушению функций печени и почек, развитию анемии. Цинк снижает иммунитет, оказывает токсичное действие на сердце, печень и кровеносную систему, провоцирует возникновение раковых заболеваний внутренних органов человека. При хроническом отравлении кадмием в моче появляется белок, повышается кровяное давление. Токсическое воздействие марганца на организм человека приводит к разрушению центральной нервной системы [9].

Измерение загрязняющих веществ в снежном покрове позволяет оценить загрязнение атмосферного воздуха, воды и почв.

2 Характеристика исследуемой территории

Исследованию на содержание тяжелых металлов подвергались отобранные пробы снежного покрова в парках центральной части Санкт-Петербурга. Были выбраны 9 точек, из которых 2 – в Юсуповском саду, 2 – во дворах-скверах ПГУПС, 5 – в Летнем саду.

Проба № 1 – Юсуповский сад (клумба за оградой со стороны Садовой ул., расстояние от автомобильной дороги – 10 м).

Проба № 2 – Юсуповский сад (клумба перед дворцом Юсуповых, расстояние от Садовой ул. – около 250 м; расстояние от наб.

реки Фонтанки – около 90 м, препятствие в виде трехэтажного здания).

Проба № 3 – двор ПГУПС (расстояние от Садовой ул. – около 120 м, препятствие в виде пятиэтажного здания).

Проба № 4 – мемориальный сквер ПГУПС (клумба, расстояние от Садовой ул. – около 150 м, препятствие в виде комплекса пятиэтажных зданий; расстояние от Московского пр. – около 100 м, препятствие в виде комплекса четырехэтажных зданий).

Проба № 5 – Летний сад (клумба в центре парка).

Проба № 6 – Летний сад (клумба за оградой со стороны ул. Пестеля, расстояние от автодороги – 10 м).

Проба № 7 – Летний сад (клумба со стороны наб. реки Фонтанки, расстояние от автодороги – около 60 м).

Проба № 8 – Летний сад (клумба со стороны Дворцовой наб., расстояние от автодороги – около 20 м).

Проба № 9 – Летний сад (клумба со стороны наб. Лебяжей канавки, расстояние от автодороги – около 20 м).

3 Методика исследования

Определение тяжелых металлов производилось в аккредитованном Испытательном

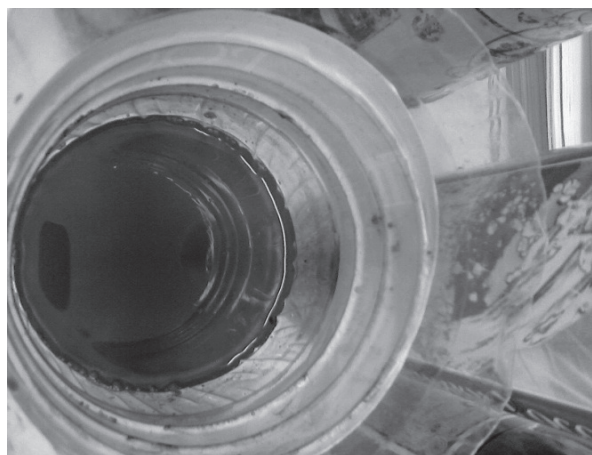
центре «Экологическая безопасность и охрана труда» Петербургского государственного университета путей сообщения (кафедра «Техносферная и экологическая безопасность») методом пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии по соответствующей методике [10]. Один из этапов проведения опытов показан на рис. 1. Результаты исследования на содержание в пробах снежного покрова четырех тяжелых металлов – Cu, Zn, Mn, Cd – приведены ниже.

4 Анализ результатов

Результаты измерений концентраций тяжелых металлов Cu, Zn, Mn, Cd отражены в гистограммах (рис. 2–5).

На рис. 2 видно, что результаты измерения массовой концентрации меди (Cu) находятся в пределах установленного диапазона 0,010–5,0 мг/дм³ [10]. Самая высокая концентрация меди была определена в пробе № 6 – Летний сад (клумба за оградой со стороны ул. Пестеля, расстояние от автодороги – 10 м) – 0,03703 мг/дм³. Минимальная концентрация меди – в пробе № 2 – Юсуповский сад (клумба перед дворцом Юсуповых, расстояние от Садовой ул. – около 250 м; расстояние от наб. реки Фонтанки – около 90 м, при этом имеется препятствие в виде трехэтажного здания) – 0,00981 мг/дм³.

а)



б)

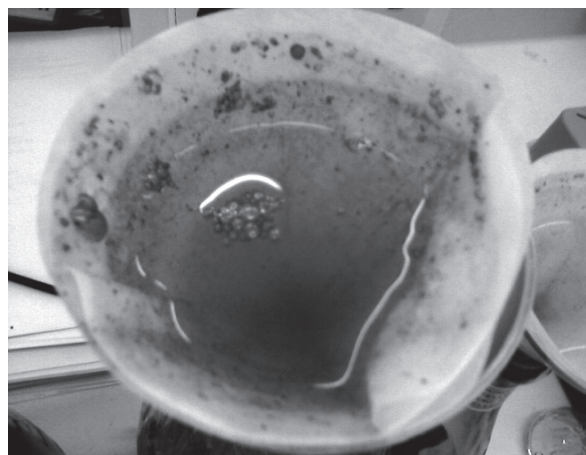


Рис. 1. Визуальное различие степени загрязнения снежного покрова в отобранных пробах при оттаивании (а) и фильтровании (б)

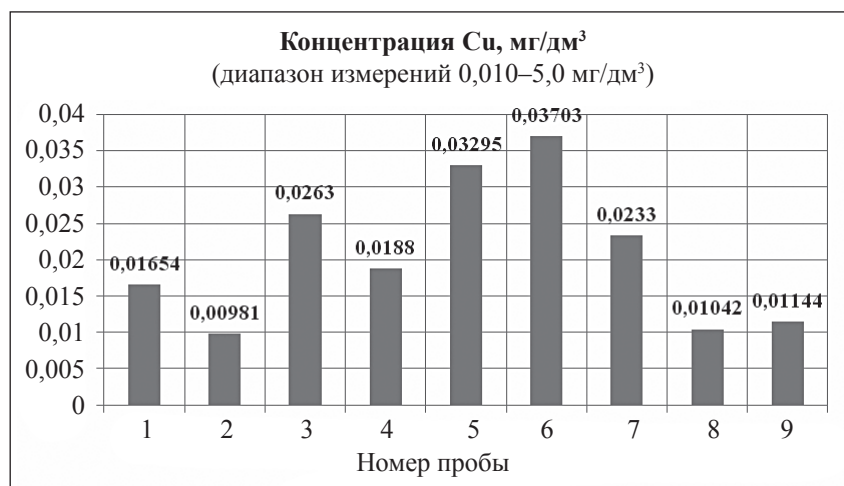


Рис. 2. Концентрация меди в пробах снежного покрова

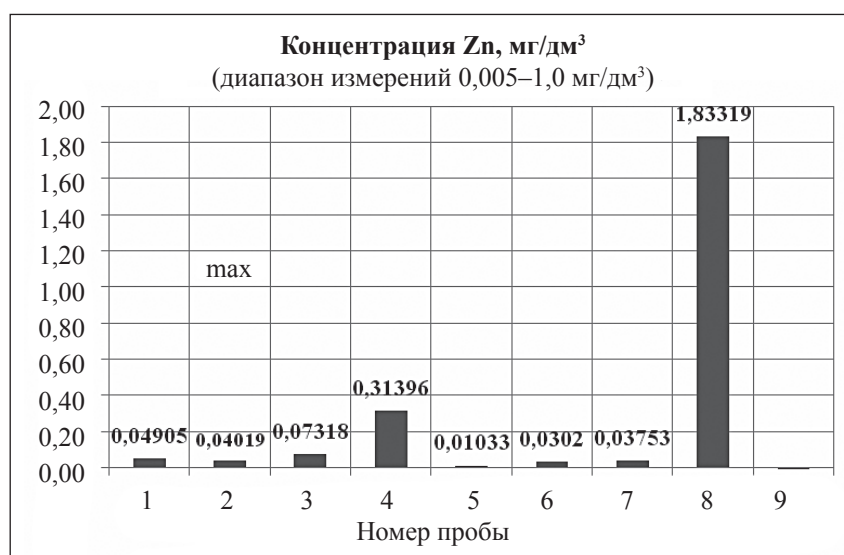


Рис. 3. Концентрация цинка в пробах снежного покрова

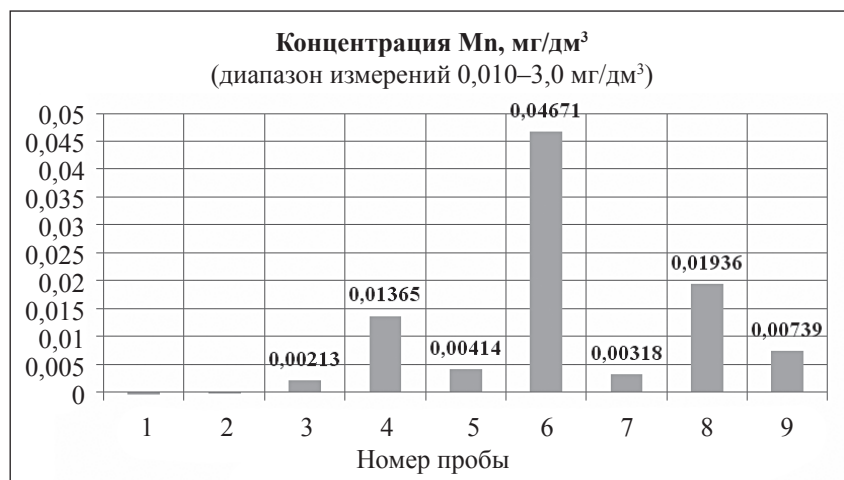


Рис. 4. Концентрация марганца в пробах снежного покрова

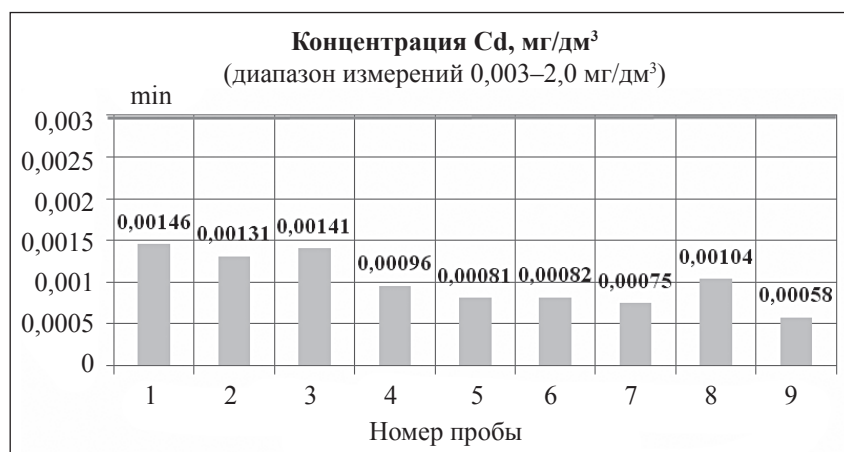


Рис. 5. Концентрация кадмия в пробах снежного покрова

Значительное превышение установленного максимального значения концентрации цинка (Zn) определено в пробе № 8 – Летний сад (клумба со стороны Дворцовой наб., расстояние от автодороги – около 20 м) – 1,83319 мг/дм³, что хорошо видно на рис. 2.

На рис. 3 показаны результаты исследования на содержание марганца (Mn) в снежном покрове. Здесь в основном полученные значения концентрации марганца меньше установленного минимума – 0,010 мг/дм³. А самая большая концентрация марганца, определяемая в пробе № 6, – в Летнем саду (клумба за оградой со стороны ул. Пестеля, расстояние от автодороги 10 м) – 0,04671 мг/дм³, не превышает установленного максимального значения – 3,0 мг/дм³.

Исследование концентрации кадмия (Cd) в отобранных пробах показало значения менее установленного минимума – 0,003 мг/дм³ (см. рис. 4). Следует обратить внимание на то, что самая высокая концентрация кадмия в пробе № 1 – Юсуповский сад (клумба за оградой со стороны Садовой ул., расстояние от автомобильной дороги – 10 м) – 0,00146 мг/дм³.

По факту обнаружения ионов тяжелых металлов (ИТМ) в любой из исследуемых проб, концентрации которых превышают ПДК, требуются рекомендации по детоксикации, рекультивации почвы или проведение других мероприятий. Это будет выяснено в дальнейшем, с учетом последних разработок ученых и практиков. Например, для детоксикации ИТМ можно воспользоваться

подсыпкой из гидросиликатов кальция, что является боем пенобетона и бетона, детоксикационные свойства которых обнаружены в трудах ученых кафедры «Инженерная химия и естествознание» ПГУПС.

Заключение

Исследование выявило загрязнение тяжелыми металлами снежного покрова садово-парковых зон в центре Санкт-Петербурга.

Загрязнение снежного покрова тяжелыми металлами свидетельствует о техногенных выбросах в городскую среду, прежде всего, исходящих от автотранспорта.

Загрязнение атмосферного воздуха в центральной части города напрямую зависит от количества и типа проезжающего автотранспорта. При сгорании топлива в двигателе внутреннего сгорания выделяются выхлопные газы, которые, кроме огромного количества летучих загрязняющих веществ, содержат еще и тяжелые металлы. При естественном таянии снега накопленные тяжелые металлы попадают в грунт, а затем с талыми водами, через коневую систему – в растения. При этом ухудшаются и состав почвы, и состояние зеленых насаждений.

В условиях плотной городской застройки центральной части города состояние садово-парковых зон-оазисов ощутимо влияет на экологическую обстановку в целом и здоровье горожан.

Превышение допустимых концентраций тяжелых металлов в снежном покрове приводит к негативным изменениям и гибели растений, тем самым снижается качество воздуха в центре Санкт-Петербурга, что, в свою очередь, ведет к необратимым последствиям ухудшения состояния здоровья людей.

Необходимо планировать и осуществлять мероприятия по детоксикации ИТМ, концентрация которых превышает ПДК.

Авторами данного исследования были отмечены факты концентрации ионов тяжелых металлов в окружающей среде изучаемых пунктов городского пространства. Таким образом, исследование и его результаты представляют научно-практический интерес.

Библиографический список

1. **Динамика** загрязнения снежного покрова твердофазным аэрозолем с 2002 по 2011 г. (на примере г. Барнаула) / Т. В. Андрухова, В. И. Букастый, И. А. Суторихин // Электронный физико-технический журнал. – 2012. – Т. 7. – С. 11–19 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: eftj.secna.ru.
2. **Исследование** загрязненности снежного покрова на примере города Ижевска / М. А. Шумилов, О. В. Садиуллина, В. Г. Петров // Вестник Удмуртского университета. – 2012. – Вып. 2. Физика. Химия. – С. 83–89.
3. **Геохимия** снегового покрова в условиях городской среды / А. В. Воронцова, Е. М. Нестеров // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. – 2012. – Вып. 147. – С. 125–132.
4. **Исследование** интенсивности автотранспортных потоков в центре мегаполиса / А. А. Гаврилова, Л. М. Юферева, М. Ю. Юферев // Техносферная и экологическая безопасность на транспорте (ТЭБТРАНС-2012) : материалы III Международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербург : Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2012. – С. 60–64.
5. **Что мы сажаем**, сажая леса... К вопросу о концептуальном подходе озеленения городов / Е. А. Шилова, Л. М. Юферева // Безопасность жизнедеятельности. – 2009. – № 11 (107). – С. 40–43.
6. **ГОСТ Р 17.4.3.07–2001**. Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений. – Москва : Стандартинформ, 2008. – 5 с.
7. **Протокол** по тяжелым металлам к Конвенции 1979 г. о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния : принят 24 июня 1998 г. в г. Орхусе (Дания) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/heavy.shtml.
8. **Оценка** эколого-функционального и санитарно-гигиенического состояния почвы / О. И. Копытенкова, А. В. Леванчук, Е. А. Шилова, Л. М. Юферева. – Санкт-Петербург : Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2012. – 26 с.
9. **Промышленная** медицина [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.okhranatruda.ru/view_razdel.php?razdel=48&page=94.
10. **Методика** определения массовой концентрации металлов (алюминий, железо, кадмий, натрий, никель, олово, свинец, хром, цинк) в питьевой, природных и сточных водах методом пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии. – Москва ; Санкт-Петербург : АООТ «ТОИР», 2001. – 16 с.