

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Федеральный экологический оператор»

Федеральный научно-образовательный консорциум
«Передовые ЭкоТехнологии»

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ

Сборник научных трудов

Под редакцией д-ра биол. наук, профессора Е.И. Тихомировой

Саратов 2021

Экологические проблемы промышленных городов: сборник научных трудов по материалам 10-й Международной научно-практической конференции. Саратов: ООО «Амирит», 2021. 430 с. ISBN 978-5-00140-767-6

Сборник научных статей составлен на основе материалов 10-й Международной научно-практической конференции «Экологические проблемы промышленных городов», которая проводилась 26-28 апреля 2021 г. на базе СГТУ имени Гагарина Ю.А. совместно с Федеральным государственным унитарным предприятием «Федеральный экологический оператор» и Федеральным научно-образовательным консорциумом «Передовые ЭкоТехнологии».

В сборнике представлены работы, в которых рассматриваются следующие вопросы: экологические, экономические и социальные проблемы загрязнения территорий промышленных городов отходами производства и потребления; методологические аспекты экологического мониторинга опасных промышленных объектов и прогнозирование состояния территорий; разработка инновационных методов экологической реабилитации техногенно нарушенных территорий; правовые и экономические аспекты экологической политики в сфере утилизации отходов и обеспечения экологической безопасности территорий промышленных городов; экологические технологии в строительстве, транспорте, энергетике и водном хозяйстве, экологическое архитектурное планирование; современные информационные технологии в экологическом мониторинге опасных промышленных объектов и территорий промышленных центров; современные методы выявления экотоксикантов в объектах окружающей среды и оценка их воздействия на экосистемы и здоровье человека; моделирование рисков здоровью населения промышленных городов.

Предназначается для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов, специализирующихся в области экологии.

Редакционная коллегия:

доктор биологических наук, профессор Е.И. Тихомирова (отв. редактор);
кандидат биологических наук, доцент О.В. Абросимова
(зам. отв. редактора)

Д.В. Власов, Н.Е. Кошелева, Е.В. Терская, И.Д. Еремина

МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ И ЛАНДШАФТНЫХ ФАКТОРОВ НА ВЫПАДЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ АТМОСФЕРЫ В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ МОСКВЫ

Впервые для западной части Москвы с применением метода регрессионных деревьев оценено влияние антропогенных и ландшафтных факторов, а также свойств снега на пространственную неоднородность выпадения тяжелых металлов и металлоидов (ТММ) из атмосферы. Ведущим фактором является антропогенная нагрузка (тип дороги, поступление макрокомпонентов от автотранспорта, промпредприятий и строительной пыли). Выпадения Bi, Cu, Mo, Ni, Sb, Sn и V положительно коррелируют с мощностью снежного покрова, а As, Cd, V, Zn – с влагозапасом снега, что указывает на формирование сорбционного атмогеохимического барьера. Ландшафтные факторы играют второстепенную роль и слабо влияют на величину выпадений ТММ. Лишь Bi выпадает более интенсивно в автономных элювиальных и супераквальных ландшафтах, а Fe, Pb, Sb, V – на флювиогляциальных равнинах, в засыпанных долинах малых рек и на второй надпойменной террасе р. Москвы.

Ключевые слова: токсичные элементы, дендрограммы, выпадения, воздействие автотранспорта, городская среда

В северных городах информативным индикатором загрязнения воздуха твердыми частицами, тяжелыми металлами и металлоидами (ТММ) является снежный покров из-за накопления поллютантов за весь период снегостава [1-3]. Пространственная неоднородность загрязнения снежного покрова в городах вызывает необходимость выявления антропогенных и ландшафтных факторов, способствующих интенсивному выпадению ТММ из атмосферы с твердыми частицами. Данная проблема рассмотрена на примере Западного административного округа Москвы (ЗАО), где основным источником техногенного воздействия являются крупные магистрали и развязки (МКАД, Рублевское и Можайское шоссе, Кутузовский и Мичуринский проспекты и др.), а также промзоны с ТЭЦ, предприятиями машиностроения и металлообработки, производства электрооборудования, резиновой, химической, легкой и пищевой промышленности.

В основу работы положены результаты опробования всей толщи снежного покрова в ЗАО в марте 2018 г. Всего отобрано 26 смешанных проб, составленных из 10–15 индивидуальных, которые отбирались пластиковой трубой с шагом 3–5 м вдоль дорог: МКАД, главных дорог с четырьмя полосами движения в одну сторону, крупных с тремя полосами, средних с двумя полосами, малых с одной полосой, а также во дворах жилых домов с парковками, в Метеорологической обсерватории МГУ (МО МГУ) и на фоновой территории в 120 км к западу от Москвы в Можайском

и Волоколамском районах Московской области, не испытывающих загрязняющего влияния столичного мегаполиса из-за преобладания западного атмосферного переноса. Подробное описание полевых работ, расположение точек опробования, методы лабораторного анализа, а также данные о варьировании физико-химических свойств снега, макрокомпонентного состава талой снеговой воды и интенсивности выпадения ТММ вблизи дорог и во дворах жилых домов в ЗАО даны в [4].

Варьирование интенсивности техногенной нагрузки при различных сочетаниях природных и антропогенных факторов оценивалось путем линейного регрессионного анализа с построением дендрограмм [5] в программном пакете S-PLUS (MathSoft, 1999). В качестве независимых переменных использовались группы факторов: *антропогенные* (тип автодороги, рядом с которой отбирались пробы снега), *ландшафтные*, определяющие интенсивность латеральной миграции и формирование зон аккумуляции ТММ (элемент мезорельефа и геохимическая позиция), *свойства снега* (выпадения Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , мощность и влагозапас в снежном покрове, кислотно-основные условия – pH талой снеговой воды). Результаты анализа обобщены в табл. 1.

Ведущим фактором, контролирующим выпадения большинства ТММ, является антропогенная нагрузка, что подтверждают положительные связи между выпадениями ТММ и хлорид-, сульфат-, нитрат- и гидрокарбонат-ионов. Основным источником хлоридов являются противогололедные реагенты, сульфатов – выбросы промышленных объектов, нитратов – выбросы автотранспорта, гидрокарбонатов – частицы карбонатной строительной пыли и дорожной пыли. Выпадение карбонатной пыли и ее частичное растворение при снеготаянии приводит к росту pH снега рядом с дорогами, поэтому для многих элементов выявлена положительная связь между величиной выпадений и уровнем pH талой воды. Это характерно для Al, Cd, Co, Cr, Fe, Na, Sr, Ti, W, Zn. На ведущую роль техногенных факторов также указывают связи между выпадением Al, Co, Cr, Cu, Mo, Na, Pb, Sb, Sr, Zn и типом автодороги, причем чаще всего рост выпадений ТММ наблюдается на малых дорогах, что свидетельствует о повышенной опасности выпадающего здесь снега и неблагоприятной экологической обстановке. Причиной этого могут служить частые дорожные заторы, что приводит к усиленному выбросу поллютантов при частых торможениях автомобилей (истирание шин, тормозных колодок, дорожного полотна).

Положительная связь между выпадением Bi, Cu, Mo, Ni, Sb, Sn, V и мощностью снежного покрова является индикатором сорбционного атмогеохимического барьера – большое количество выпавших снежинок на единицу площади сорбирует на своей поверхности большие массы поллютантов.

Влияние свойств снежного покрова, антропогенных и ландшафтных факторов на интенсивность выпадения тяжелых металлов и металлоидов в Западном административном округе Москвы

Факторы			Выпадения ТММ																				
			Al	As	Ba	Bi	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mo	Na	Ni	Pb	Sb	Sn	Sr	Ti	V	W	Zn
Свойства снега	Cl		1+	2+	1+	2+	1+	1+	1+	2+	2+	1+	2+	1+	2+	2+	2+, 4+	2+	1+	1+	2+	1+	1+
	NO ₃ ⁻										3+					3+		3+					
	SO ₄ ²⁻		2+	1+, 4+			2+	2+		3+			2+	3+					2+	2+			
	HCO ₃ ⁻				2+	3+	3+		3+			3+	3+					3+		4+	3+	3+	
	pH		3+					3+	2+	4+		2+		3+					3+	3+		2+	2+
	Мощность покрова					1+				3-	1+		1+		1+		1+	1+, 4+			1+		
	Влагозапас			3+				3+													5+		3+
Антропогенные	Тип дороги	МКАД							1+			3+			1+								
		Г	4-					4-	1-			3-	4-		1-	4-		4-					
		К	4-					4-	1-	3-		3+	4-		1-			4-				4-	
		С	4+					4+	1-	3-		3-	4+		1-	4+		4+				4+	
		М	4+					4+	1-	3+		3+	4+		1-	4+		4+				4+	
	Дворы		4-					4-	1-	3-			4-		1-	4-		4-				4-	
	МО МГУ		4+						1+	3+			4+		1+	4+		4+				4+	
Ландшафтные	Геохимическая позиция	А				3+																	
		ТЭ				3-																	
		ТС				3-																	
		СА				3+																	
	Мезорельеф	МР										4-				3-	3-				4-		
		ФГ										4+				3+	3+				4+		
		ДМР										4+				3+	3+				4+		
		ПТ										4+				3-	3-				4-		

Примечание. Ранги от 1 до 5 показывают уменьшение значимости фактора; «+» – рост показателя соответствует росту интенсивности выпадений элемента, «-» – его уменьшению. *Типы дорог:* Г – главные, К – крупные, С – средние, М – малые. *Позиция* (род элементарного геохимического ландшафта): Э – автономный элювиальный, ТЭ – трансэлювиальный, ТС – трансаккумулятивно-супераккумулятивный, СА – супераккумулятивный. *Мезорельеф:* МР – моренная равнина, ФГ – флювиогляциальная равнина, ДМР – засыпанные долины малых рек и вторая надпойменная терраса р. Москвы, ПТ – поймы р. Москвы и ее притоков.

Аккумуляции в снежном покрове As, Cd, V, Zn также способствует сорбционный барьер, емкость которого определяется влагозапасами, увеличивающимися при более плотном снежном покрове. Ландшафтные факторы – ландшафтно-геохимическая позиция и элемент мезорельефа – играют подчиненную роль и слабо влияют на величину выпадений ТММ.

Выпадения Вi более интенсивны на территории автономных элювиальных и супераквальных ландшафтов, что, вероятно, связано с наличием главных источников металла и со слабыми скоростями ветра на данных территориях. Выпадения Fe, Pb, Sb, V более интенсивны в пределах флювиогляциальных равнин, засыпанных долин малых рек и второй надпойменной террасы р. Москвы – именно на данных элементах мезорельефа расположены крупные автодороги ЗАО.

Работа выполнена в рамках проекта Российского научного фонда №19-77-30004.

Литература

1. Nazarenko Y., Fournier S., Kurien U., Rangel-Alvarado R.B., Nepotchatykh O., Seers P., Ariya P.A. Role of snow in the fate of gaseous and particulate exhaust pollutants from gasoline-powered vehicles // *Environmental Pollution*. 2017. Vol. 223. P. 665-675.
2. Talovskaya A.V., Yazikov E.G., Filimonenko E.A., Lata J.-C., Kim J., Shakhova T.S. Characterization of solid airborne particles deposited in snow in the vicinity of urban fossil fuel thermal power plant (Western Siberia) // *Environmental Technology*. 2018. Vol. 39. No. 18. P. 2288-2303.
3. Seleznev A., Yarmoshenko I., Malinovsky G., Ilgasheva E., Baglaeva E., Ryamskaya A., Kiseleva D., Gulyaeva T. Snow-dirt sludge as an indicator of environmental and sedimentation processes in the urban environment // *Scientific Reports*. 2019. Vol. 9. P. 17241. doi: 10.1038/s41598-019-53793-z
4. Vlasov D., Vasil'chuk J., Kosheleva N., Kasimov N. Dissolved and suspended forms of metals and metalloids in snow cover of megacity: Partitioning and deposition rates in Western Moscow // *Atmosphere*. 2020. Vol. 11. P. 907. doi: 10.3390/atmos11090907
5. Кошелева Н.Е., Касимов Н.С., Власов Д.В. Факторы накопления тяжелых металлов и металлоидов на геохимических барьерах в городских почвах // *Почвоведение*. 2015. № 5. С. 536-553.

D.V. Vlasov, N.E. Kosheleva, E.V. Terskaya, I.D. Eremina

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC AND LANDSCAPE FACTORS ON THE FALLOUT OF HEAVY METALS FROM THE ATMOSPHERE IN WESTERN MOSCOW

For the first time for the western part of Moscow the influence of anthropogenic and landscape factors, as well as the properties of snow on the spatial heterogeneity of the fallout of heavy metals and metalloids (HMM) from the atmosphere was assessed using the method of regression trees. The leading factor is anthropogenic load which determined by the type of road, input of macrocomponents from vehicles, industrial enterprises and construction dust.

The fallout of Bi, Cu, Mo, Ni, Sb, Sn, and V positively correlates with the thickness of the snow cover, and that of As, Cd, V, Zn – with the water supply in snow cover, which indicates the formation of a sorption atmogeochemical barrier. Landscape factors play a minor role and have little effect on the amount of HMM fallout. Only Bi precipitates more intensively in autonomous eluvial and superequal landscapes, and Fe, Pb, Sb, V – within fluvioglacial plains, buried valleys of small rivers and the second above-floodplain terrace of the Moscow river.

Key words: toxic elements, dendrograms, depositions, traffic impact, urban environment.

¹А.Б.Китаев, ²А.В.Михайлов

¹Пермский государственный национальный исследовательский университет, Россия

²Камское бассейновое водное управление, г. Пермь, Россия

ЗАЩИТА ГОРОДА КУНГУРА ОТ НАВОДНЕНИЙ

Дана оценка факторов формирования наводнений в районе г. Кунгура. Показаны особенности их формирования при различных гидрометеорологических условиях. Дана характеристика гидрологического режима исследуемых водных объектов в период прохождения весеннего половодья и летне-осенних дождевых паводков. Представлены меры инженерной защиты города от наводнений (противопаводковые дамбы, водохранилища и каналы).

Ключевые слова: река, наводнение, противопаводковые дамбы, водохранилища

Наиболее часто высокие весенние половодья в Камском бассейне наблюдаются в районе г. Кунгура, который возник в месте слияния р. Сылвы и трех крупных ее притоков – Ирени, Шаквы и Бабки. Происхождение этого речного узла связано с длительным развитием карста и тектоническими движениями земной коры.

Река Сылва – левый приток р. Чусовой, бассейн находится в юго-восточной части Пермского края. Речная сеть изучаемой территории принадлежит бассейну Каспийского моря. Бассейн реки относится как к горной территории (Урал, Предуралье), так и к равнинной степной и лесостепной зоне. Расположен он на территории Южного Урала и части Среднего Урала. Рельеф бассейна представляет собой в основном равнину, на востоке находятся отроги южного и среднего Урала. Климат территории имеет ряд особенностей, проявляющихся в распределении температуры воздуха, атмосферных осадков и других метеорологических элементов, что обусловлено влиянием Уральских гор.

По водному режиму реки рассматриваемой территории относятся к типу с четко выраженным весенним половодьем, летне-осенними