

Роль атмосферных осадков как экологических индикаторов в мониторинге состояния окружающей среды урбанизированных территорий аридных зон

В. С. ГОРЯЕВА, Г. А. ТОЛКАЧЕВА, Л. Ю. ШАРДАКОВА
*Научно-исследовательский гидрометеорологический институт,
Ташкент, Узбекистан*
e-mail: violetochka22@gmail.com

Aspects of atmospheric precipitation as one of the ecological indicators of the environment state are considered. Assessment of pollution of the snow cover in Tashkent is estimated for the first time. A relation between pollution of the snow cover and the atmospheric air is studied. Concentrations of various ingredients influenced the pollution of snow are calculated.

Основные задачи всестороннего анализа окружающей среды — это изучение различных аспектов воздействия различных факторов на элементы биосферы и всеобъемлющий анализ результатов этого воздействия для выявления важнейших его сторон, требующих принятия мер с целью уменьшения нежелательных эффектов воздействия. Результаты такого анализа, в конечном счете, нужны для организации оптимального взаимодействия человека и природы, оценок экологического ущерба, принятия решений по реабилитации окружающей среды.

Республика Узбекистан является участником программы по охране окружающей среды “Атроф-Мухит”, и на основании имеющегося международного опыта составлен перечень экологических индикаторов. Однако, несмотря на то что в перечень экологических индикаторов для мониторинга состояния природной среды Республики Узбекистан не вошли атмосферные выпадения (осадки, сухие атмосферные выпадения — САВ), их следует учитывать при оценке состояния окружающей среды. Необходимо отметить следующие важные аспекты использования атмосферных выпадений в качестве комплексных экологических индикаторов мониторинга состояния природной среды:

- а) качественные характеристики загрязнения атмосферного воздуха на территориях с различной антропогенной нагрузкой;
- б) количественные оценки выпадения из атмосферы осадков и САВ загрязняющих веществ;
- в) воздействие осадков и САВ на наземную растительность, подстилающую поверхность, поверхностные воды, технологические конструкции, здоровье населения;
- г) наличие фотохимических, физико-химических процессов в загрязненной атмосфере, приводящих к образованию вторичных загрязняющих примесей с более высокой токсичностью для биоты;

д) эколого-экономический ущерб от воздействия загрязненного воздуха на природные среды и биоту;

е) климато-химические взаимодействия в атмосфере, что очень важно при оценке влияния антропогенного пресса на изменения климата.

В Научно-исследовательском гидрометеорологическом институте (НИГМИ) проводятся исследования химического состава влажных и сухих выпадений как экологических индикаторов загрязнения атмосферы. Создана и пополняется база данных о количественном и качественном составе осадков. Проводится оценка влияния осадков на почву и растения на различных территориях Республики Узбекистан. При контроле качества атмосферного воздуха представляло интерес изучение химического состава снежного покрова на территории промышленной агломерации. Исследования проводились на территории Ташкентской области, а также в районе Чарвакского водохранилища, рассматриваемого как фоновая точка [1].

Цель данной работы — исследование химического состава проб снега из точек города с различной антропогенной нагрузкой для оценки экологического состояния урбанизированной территории и возможности использования снега в качестве характеристики, отражающей состояние атмосферного воздуха на данной территории.

Химический состав снежного покрова связан с загрязнением атмосферного воздуха, а также последующим загрязнением поверхностных вод и почв. При образовании и выпадении снега в результате процессов сухого и влажного вымывания концентрация загрязняющих веществ в нем оказывается обычно на 2–3 порядка выше, чем в атмосферном воздухе [2].

В Ташкенте снежный покров наблюдается в период с октября по март. Среднее число дней со снежным покровом равно 43. Средняя декадная высота снежного покрова

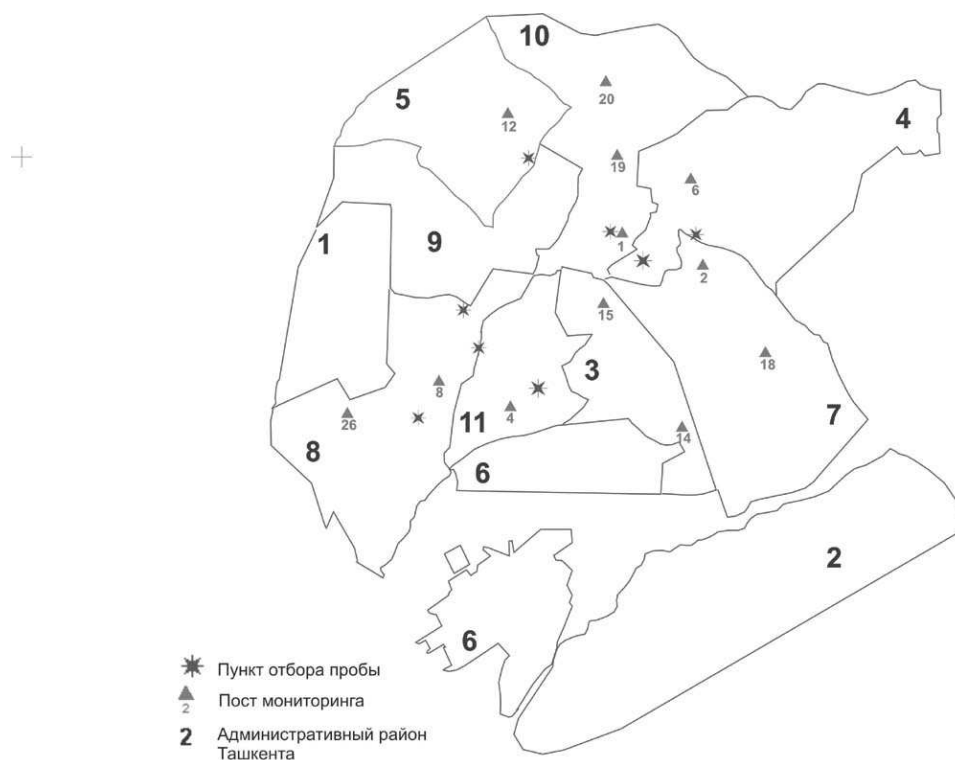


Рис. 1. Карта г. Ташкента с указанием постов мониторинга, районов и точек отбора

растет от 1...2 до 6...7 см в январе и феврале, а в марте наблюдается спад. Наибольшая их повторяемость приходится на январь (28 %) [3].

В январе 2006 г. впервые были исследованы пробы снега в разных районах города. Отбор проб свежеснежавшего снега проводился на территории города в восьми точках с различной экологической нагрузкой (рис. 1). Исследовалось четыре случая выпадения снега.

Отбор, пробоподготовка и химический анализ талой воды проводились в соответствии с “Временными методическими указаниями по отбору и анализу проб сухих атмосферных выпадений”, разработанными в НИГМИ [4]. В пробах определялись: Cl^- , F^- , SO_4^{2-} , NO_3^- (ионной хроматографией), NH_4^+ (фотоколориметрией), Ca_2^+ , HCO_3^- (титрованием), а также тяжелые металлы в жидкой и взвешенной фазах (Pb, Cd, Cu, Zn) методом атомной абсорбции. Полученные результаты представлены на рис. 2–4.

Из рис. 2 следует, что среднее значение минерализации, полученное для территории Ташкента для января, превышает в несколько раз значение минерализации на фоновой территории (район Чарвакского водохранилища) [1]. На рис. 3 показано, что значе-

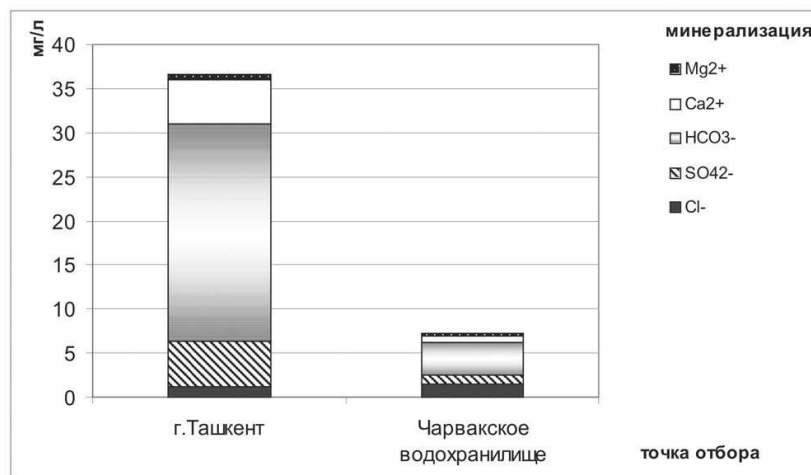


Рис. 2. Значения минерализации в пробах г. Ташкента и Чарвакского водохранилища (фоновая точка)

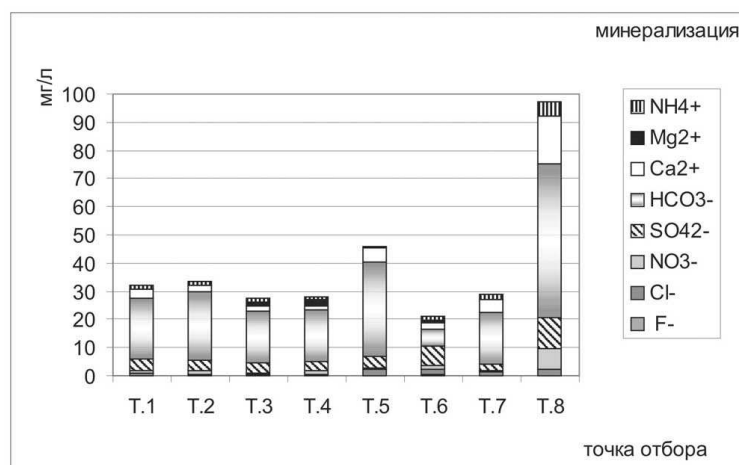


Рис. 3. Значения минерализации проб снега в различных точках отбора

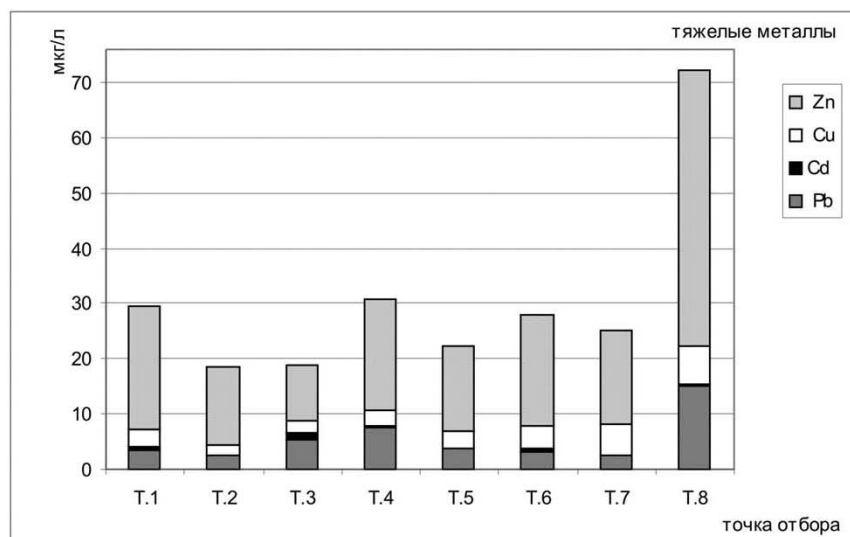


Рис. 4. Значения концентрации тяжелых металлов в пробах снега в пределах города

ния общей минерализация проб снега в разных точках отличаются. Это связано с тем, что в разных точках отбора уровни загрязнения атмосферного воздуха не однородны. Химический состав его формируется под влиянием выбросов загрязняющих веществ промышленными предприятиями на территории города и передвижными источниками. Анализ результатов показал, что во всех пробах снега преобладают гидрокарбонаты, что характерно для территории г. Ташкента и Ташкентской области.

При исследовании содержания тяжелых металлов в пробах снега с разных точек отбора также наблюдаются различия. Из рис. 4 видно преобладание цинка и свинца во всех пробах снега. Это объясняется естественным повышенным содержанием цинка в почвах на территории г. Ташкента и загрязнением от автотранспорта. Содержание меди и кадмия в снеге незначительно.

Известно, что значение $pH = 5.6$ соответствует незагрязненным осадкам. Измеренные значения pH талых вод находятся в пределах 4.4...6.4. На пунктах Т. 3, Т. 5, Т. 7 и Т. 8 значения pH сдвинуты в щелочную сторону, это можно объяснить тем, что в выбросах предприятий, расположенных в районах отбора проб, преобладают соединения, имеющие щелочную реакцию, в том числе карбонаты и гидрокарбонаты, аммоний. В то же время на территориях, где выбросы предприятий имеют кислотную составляющую, происходит закисление снежного покрова.

На рис. 5–7 показаны осредненные значения концентраций загрязняющих веществ в снеге (а) и в атмосферном воздухе (б). Наблюдаются определенные зависимости между содержанием веществ в снежном покрове и в воздухе. В то же время в промышленных районах, где велик вклад сухих выпадений, концентрация загрязняющих веществ в снеге может превосходить их концентрацию в атмосферном воздухе. Анализ полученных данных показывает хорошую сходимость результатов измерений концентраций загрязняющих веществ в снеге и воздухе.

Связь между загрязнением свежеснежавшего снега и атмосферного воздуха определяется коэффициентом концентрации

$$W = \frac{C_{\text{сн}}}{C_{\text{в}}}$$

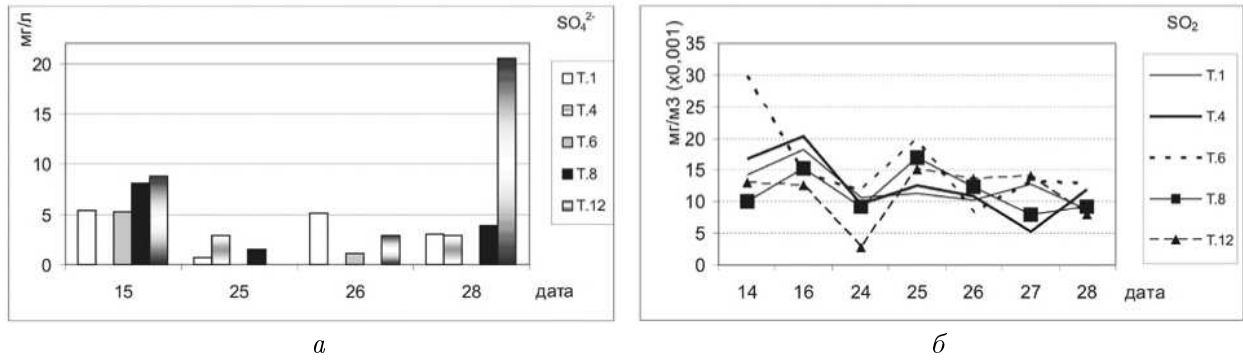


Рис. 5. Осредненные значения концентрации SO_4^{2-} в пробах свежеснеговывающего снега (а) и SO_2 в воздухе (б)

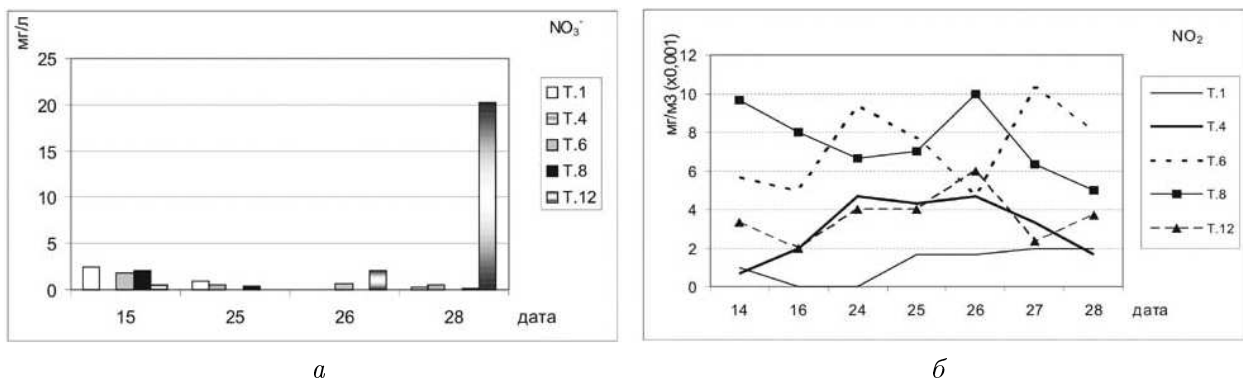


Рис. 6. Осредненные значения концентрации NO_3^- в пробах свежеснеговывающего снега (а) и NO_2 в воздухе (б)

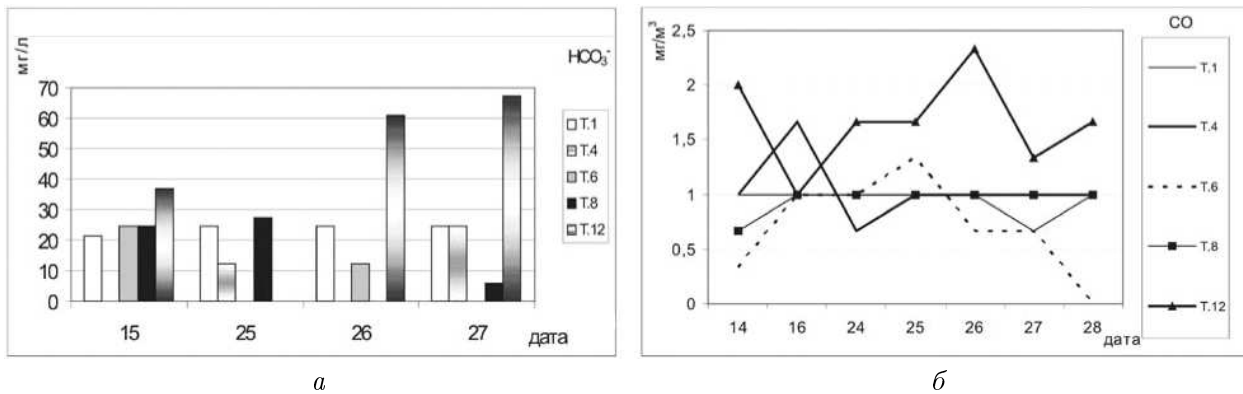


Рис. 7. Осредненные значения концентрации HCO_3^- в пробах свежеснеговывающего снега (а) и CO в воздухе (б)

Здесь $C_{\text{сн}}$ и $C_{\text{в}}$ — массовая концентрация загрязняющих веществ в снеге и воздухе, г/г [2, 5]. Рассчитанные коэффициенты концентрации представлены в табл. 1 и 2.

Таким образом, обсуждена роль атмосферных выпадений как экологических индикаторов, впервые проведено исследование снежного покрова на территории г. Ташкента с различной антропогенной нагрузкой, выявлено, что химический состав и показатель pH проб снежного покрова отражают состояние загрязнения атмосферного воздуха. Рассчитаны коэффициенты концентрации загрязняющих веществ в пробах снега.

Т а б л и ц а 1. Коэффициенты концентрации загрязняющих веществ в снеге, отобранном в разные дни (среднее значение относительно города)

Дата (январь 2006 г.)	Диапазон изменения		
	SO_4^{2-}	HCO_3^-	NO_3^-
15	375...1090	21...68	14...350
25	79...362	21...43	16...75
26	157...626	17...50	14...84
28	492...3589	17...56	7...774

Т а б л и ц а 2. Коэффициенты концентрации в снеге (январь 2006 г.)

Пост	$W(\text{SO}_4^{2-})$				$W(\text{HCO}_3^-)$				$W(\text{NO}_3^-)$			
	15.01	25.01	26.01	28.01	15.01	25.01	26.01	28.01	15.01	25.01	26.01	28.01
1	471	79	626	492	30	34	17	34	299	75	—	15
4	—	362	—	534	—	22	—	34	—	16	—	46
6	375	—	157	—	68	—	26	—	47	—	14	—
8	933	182	—	577	43	39	—	17	93	16	—	7
12	956	—	289	3589	39	—	50	56	28	—	84	774

Полученные данные могут быть использованы в моделях для оценки состояния загрязнения воздушной среды, при расчетах трансграничного переноса воздушных масс на урбанизированных территориях. Использование снежного покрова в качестве экологического индикатора загрязнения природной среды в городах позволит заметно увеличить эффективность мониторинга загрязнения атмосферы, вод и почв на урбанизированных территориях.

Список литературы

- [1] НИКОЛАЕНКО В.А., НУРБАЕВ Д.Д. Химический состав атмосферных осадков в районе Чарвакского водохранилища // Исследование загрязнения внешней среды: Тр. САРНИГ-МИ им. Бугаева М.: Гидрометеиздат, 1979. Вып. 61 (142). С. 66–69.
- [2] НЕГРОВОВ О.П., АСТАНИН И.К., СТАРОДУВЦЕВ В.С., АСТАНИНА Н.Н. Снежный покров как индикатор состояния атмосферного воздуха в системе социально-гигиенического мониторинга // Вест. ВГУ. Сер. Химия. Биология. Фармация. 2005. № 2. С. 149–153.
- [3] КЛИМАТ Ташкента / Среднеазиатский региональный научно-исследовательский институт им. Бугаева / Под. ред. Б.А. Айзенштата, Ц.А. Швер, Г.Н. Леухиной. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 199 с.
- [4] ВРЕМЕННЫЕ методические указания по отбору и анализу проб сухих атмосферных выпадений. Ташкент: САНИГМИ, 1993. 51 с.
- [5] ВАСИЛЕНКО В.Н., НАЗАРОВ И.М., ФРИДМАН Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 182 с.

Поступила в редакцию 21 февраля 2008 г.