

УДК 614.7:551.574.4 (470.43)

## ОСОБЕННОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕГОВОГО ПОКРОВА В ГОРОДЕ САМАРА

© 2015 О.В. Сазонова<sup>1</sup>, А.К. Сергеев<sup>1</sup>, П.А. Сухачев<sup>2</sup>, О.Н. Исакова<sup>1</sup>, И.Ф. Сухачева<sup>1</sup>

<sup>1</sup> НИИ гигиены и экологии человека, г. Самара

<sup>2</sup> Самарский государственный медицинский университет

Поступила в редакцию 20.03.2015

Представлены результаты мониторинговых исследований за качеством снега на территории г. Самара в 2012-2013 гг. Установлена высокая степень загрязнения снегового покрова, его токсичность за счет выхлопов автотранспортных средств, дополняемая токсичностью. С присутствием взвешенных веществ и трудноокисляемой органики появились условия для вегетирования в снеге сапрофитной микрофлоры. Рост численности автомобилей, увеличение объема выхлопов – основа для сохранения загрязненности снегового покрова в г. Самаре в будущем.

*Ключевые слова:* город Самара, снеговой покров, антропогенное загрязнение, токсичность, сапрофитная микрофлора, неблагоприятная динамика качества.

Возрастание антропогенной нагрузки на окружающую среду предполагает использование новых методических подходов в оценке состояния среды обитания в плане здоровья населения. Перспективным направлением является оценка качества городской среды по снеговому покрову, которая стала чаще применяться в последнее время [1; 2; 3; 4; 5].

Актуальность изучения загрязнения снега в г. Самара обусловлена значительным, не менее 5 месяцев, периодом сохранения снегового покрова в городе, возможностью в связи с этим реальной оценки загрязнения городской территории в зимний период по пространственному распределению химических антропогенных веществ в данном субстрате. Последнее приобретает особое значение в настоящее время, когда ведущим источником загрязнения среды обитания населения г. Самара являются выхлопы автотранспортных средств, формирующие однотипность загрязнения воздушной среды по административным районам города [6; 7]. Вклад выхлопов автотранспорта в валовые выбросы в приземный слой атмосферы г. Самара по сравнению с промышленными предприятиями в 2009-2013 гг. составляет около 80%. Экологогигиеническое значение данного факта состоит в

*Сазонова Ольга Викторовна, доктор медицинских наук, доцент, директор. E-mail: ov\_2004@mail.ru*

*Исакова Ольга Николаевна, заведующая лабораторией санитарной микробиологии. E-mail: niigigen@yandex.ru*

*Сухачев Павел Анатольевич, кандидат медицинских наук, доцент кафедры общей и клинической патологии. E-mail: ratan12@rambler.ru*

*Сухачева Инна Федоровна, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник, заведующая лабораторией гигиены окружающей среды E-mail: niigigen@yandex.ru*

*Сергеев Артем Константинович, лаборант-исследователь лаборатории токсикологии, студент 6 курса медико-профилактического факультета. E-mail: artemsergeev1@mail.ru*

том, что количество автотранспортных средств в последние годы возрастало и будет возрастать, а объемы выхлопов будут увеличиваться. Следовательно, в г. Самара имеются и будут сохраняться предпосылки напряженной эколого-гигиенической ситуации.

Мониторинг качества снега в г. Самара проведен в 2012-2013 гг. Качество снегового покрова оценивались по девяти районам г. Самара. Источником загрязнения в Самарском, Ленинском, Октябрьском, Железнодорожном, Красноглинском районах является преимущественно автотранспорт; в Промышленном, Кировском Советском, Куйбышевском районе источник загрязнения смешанный – автотранспорт и промпредприятия. Пробы снега были отобраны во второй половине марта – период максимального накопления снега - по двум участкам: вблизи автотрасс и на расстоянии 30-50 м. В работе использовался специальный пробоотборник [8]. В лаборатории снег расплавляли и в исследованиях использовали талую воду. В работе был применен широкий набор санитарно-гигиенических показателей с ориентацией на источник загрязнения. При трактовке результатов ориентировались на СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод».

Обращает на себя внимание органолептическая характеристика снегового покрова. Известно, что незагрязненные атмосферные осадки имеют слабо-кислую реакцию среды [1]. Диапазон значений рН снега по районам г. Самара в 2012 году составлял 7.00-8.71 ; в 2013 – 7.10-8.79. При этом в районах с приоритетным влиянием выхлопов автотранспорта амплитуда колебаний показателя в снеге была в 2012 году 6,73-8,06; в 2013г. – 7,4-8,00; в районах со смешанным источником загрязнения 7,3-8,7 и 7,51-8,25 соответственно. Полученные значения водородного показателя свидетельствуют о сдвиге реакции

среды в щелочную сторону и об имеющемся повсеместном загрязнении снега в г. Самара. Выбросы промпредприятий чаще всего способствуют щелочной реакции среды [4]. Как видно из представленных выше данных, и выхлопы автомобильного транспорта способствуют сдвигу реакции среды в щелочную сторону. Особенно это заметно по значениям pH снега вблизи автомобильных дорог и на удалении от них: 8.08 и 7.48 в 2012, 8.02 и 7.57 в 2013 году.

Повсеместность загрязнения снега на основании pH снега подтверждается динамикой запаха и цветности. В 2012 году запах снега по административным районам соответствовал гигиеническим нормативам (26). В 2013 году интенсивность запаха в снегу возросла в большинстве районах до 3 баллов с оттенком нефти.

В 2012 году средняя величина цветности снега на территории города Самара составляла около 64 град (36-100), в 2013 г. – 70 град (35-105), что в 2 раза выше норматива (35 град). По цветности снеговой покров соответствует достаточно загрязненному водоёму. Отличие от последнего состоит в том, что в снеге цветность не истинная, которая связана с растворенными веществами, а кажущаяся, обусловленная преимущественно выхлопами автотранспорта. Тем более цветность снега у автодорог в 2012 году в среднем равнялась 75 град, на удалении – 40 град. В 2013 году значение показателя соответственно составляло 100 и 45 град.

Приведенная органолептическая характеристика свидетельствует об интенсивной антропогенной нагрузке на снеговой покров г. Самара и её увеличении за двухлетний период.



Рис. 1. Содержание взвешенных веществ в снеге на территории административных районов г. Самара

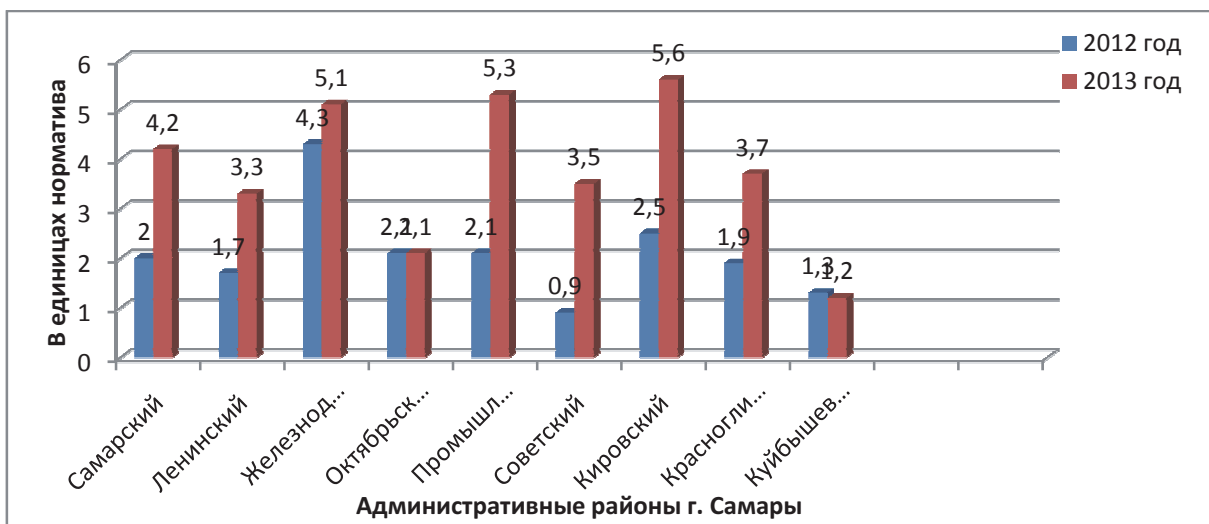


Рис. 2. Динамика ХПК в снеге по территории административных районов г. Самара

В тесной взаимосвязи с динамикой цветности находится содержание взвешенных веществ в снеге (рис. 1). Присутствие последних в атмосферном воздухе, а, следовательно, в снеге обусловлено выхлопами автотранспорта [9].

Пространственное распределение взвешенных веществ дает наглядное представление, во-первых, о значительной контаминации ими снегового покрова на всей территории г. Самары; во-вторых, о возрастании антропогенного воздействия на среду обитания населения города; в-третьих, о возможности ранжирования административных районов по антропогенной нагрузке.

Важным критерием снегового качества оказалось трудноокисляемое органическое вещество по ХПК (химическая потребность в кислороде). Выпадающие атмосферные незагрязненные осадки, незагрязненные проточными поверхностные воды и почвы не должны содержать трудноокисляемого органического вещества.

Снеговой покров по административным районам г. Самара, как следует из рис. 2, насыщен труд-

ноокисляемым органическим веществом с явной тенденцией возрастания от 2012 г. к 2013 году.

Представленный на рисунке материал позволяет однозначно считать, что показатель ХПК является своего рода критерием антропогенности окружающей среды, в данном случае снега.

В снеговом покрове, отобранном на удалении от автодороги, количество взвешенных и трудноокисляемых органических веществ значительно меньше, чем в образцах снега, взятых вблизи автомобильных магистралей в оба года наблюдений (табл. 1). При раздельном рассмотрении качества снега по месту отбора проб особенно четко заметна динамика возрастания его загрязнения в зависимости от автотранспорта.

Дополняют картину состояния загрязнения снегового покрова на территории г. Самары нефтепродукты (табл. 2).

Снег интенсивно загрязнен и легкими фракциями (ИК спектр), и ароматическими, тяжелыми фракциями (УФ спектр) углеводов по всей территории г. Самара независимо от районов с динамикой возрастания содержания в 2013 г.

**Таблица 1.** Содержание взвешенных веществ и трудноокисляемого органического вещества в снеге в зависимости от места отбора

Место отбора снега	n	2012 год		2013 год	
		Взвешенное вещество, мг/л	ХПК, мгО/л	Взвешенное вещество, мг/л	ХПК, мгО/л
У автомобильной трассы	9	76,43	92,47	125,9	183,6
В удалении от автомобильной трассы	9	21,8	34,95	24,6	46,2

**Таблица 2.** Загрязнённость снегового покрова территории г. Самара углеводородами (мг/л)

Место отбора проб снега	2012 год				2013 год			
	ИК спектр <sup>1</sup>		УФ спектр <sup>2</sup>		ИК спектр		УФ спектр	
	«чис- тая» зона	«гряз- ная» зона	«чис- тая» зона	«гряз- ная» зона	«чис- тая» зона	«гряз- ная» зона	«чис- тая» зона	«гряз- ная» зона
Промышленные районы*	2,2	1,74	1,18	2,36	1,09	2,80	0,96	4,77
Октябрьский район	0,99	0,66	0,29	0,55	1,33	1,62	0,95	1,45
Центральные районы**	0,55	1,21	0,17	1,24	1,64	4,70	0,79	5,36
Красноглинский район	0,58	3,30	0,26	2,87	1,35	1,91	1,73	1,56
Куйбышевский район	2,18	1,89	0,22	1,83	0,73	2,23	0,46	2,30

<sup>1</sup>Детектирование в инфракрасной области спектра

<sup>2</sup>Детектирование в ультрафиолетовой области спектра

\*Безымянская промзона: Кировский, Советский, Промышленный районы

\*\*Самарский, Ленинский, Железнодорожный районы

В снеговом покрове присутствует широкий спектр металлов в основном в пределах гигиенических нормативов. Исключение составили кадмий и железо, содержание которых было в среднем на уровне 2ПДК и 3ПДК соответственно в снеге всех районов.

Снеговой покров с территории районов г. Самара характеризовался низкой жесткостью, минерализацией, содержанием солей, нитритов, нитратов. Однако концентрации аммонийного азота были выше ПДК. Источником последнего являются, скорее всего, человек и животные.

Показатели качества снегового покрова г. Самара, связанные с автотранспортом (рН, цветность, взвешенные вещества, ХПК, нефтепродукты) характеризуют высокую степень загрязнения, а обусловленные выбросами промпредприятий (железо, кадмий) – скорее всего, умеренную. Следствием высокого содержания взвешенных и трудноокисляемых веществ является значительная обсемененность снегового покрова на территории города Самара сапрофитной микрофлорой. Характерно увеличение численности микроорганизмов от 2012 к 2013 году (3800 и 4020 КОЕ/мл), что совпадает с динамикой возрастания количества взвешенных веществ и значений ХПК. В указанном аспекте эколого-гигиенический интерес представляют многолетние тенденции показателей загрязнения снегового покрова (табл. 3).

Величины показателей, характеризующих влияние выхлопов автотранспорта на окружающую среду (среду обитания), резко возросли в многолетней динамике, являясь отражением роста численности автомобилей. Выраженных изменений в динамике металлов не отмечено.

Опасность (безопасность) снегового покрова с территории г. Самара была оценена в процессе классического токсикологического эксперимента по изучению кожно-резорбтивного действия на половозрелых белых крысах-самках в возрасте 6 мес. В эксперименте использован расплав снега всех административных районов г. Самара. Контролем служила кипяченая водопроводная вода. Для выявления кожно-резорбтивного действия исследовались интегральные показатели: масса тела, норковый рефлекс, суммационно-пороговый показатель, эмоциональная реактивность. Эксперимент завершился патолого-морфологическим исследованием внутренних органов

(сердце, печень, почки, селезенка) и хвостов. Эксперимент продолжался 2 недели. Масса тела уменьшилась у крыс всех опытных групп по сравнению с контрольными. У части экспериментальных животных выявлено достоверное снижение массы легких и массы обеих почек. У всех опытных крыс уменьшилась масса сердца и печени. Отмечена тенденция уменьшения массы селезенки. В изменениях массы тела и внутренних органов явно проявляется негативное влияние загрязненного снега. В органах всех опытных животных, несмотря на короткий срок эксперимента, выявлены патологические изменения. В интерстициальной ткани миокарда отек, в селезенке и хвостах – гиперемия. В пульпе селезенки полнокровие, отложения пигмента гемосидерина. Отклонения от гистологической нормы констатировались в печени и почках опытных животных. Изменения сводились к гидрорической дистрофии гепатоцитов и эпителия почечных канальцев. Проведенные токсиколого-гигиенические исследования свидетельствуют о токсичности снега административных районов г. Самара. Более выраженных изменений внутренних органов опытных животных можно было ожидать при более длительных сроках эксперимента.

**Заключение.** Проведенные исследования по оценке качества снегового покрова на территории г. Самара показывают значительную степень его антропогенного загрязнения. Приоритетными загрязнителями являются нефтепродукты, трудноокисляемые органические и взвешенные вещества, железо, кадмий. Ухудшается ситуация снегового покрова его токсичностью и обсеменением сапрофитной микрофлорой. Основным источником загрязнения снега в г. Самара являются выхлопы автотранспортных средств. С большой долей вероятности можно сказать, что именно загрязнение снега является критерием возросшей роли автомобильных выбросов в эколого-гигиенической ситуации среды обитания населения г. Самара и, скорее всего, других городов. Об этом свидетельствуют многолетняя динамика состояния загрязнения снегового покрова в г. Самара, его токсичность и появление условий для вегетации сапрофитных микроорганизмов.

Полученные данные позволяют считать снеговой покров важной составляющей среды обитания населения г. Самара. Эколого-гигиеническое

**Таблица 3.** Загрязнение снегового покрова в многолетней динамике

Показатели	1995-1997гг	2013г
запах	1 б	до 3,0 б
рН	6,5	7,69
цветность	30°	60°
взвешенные вещества	1,0 мг/л	40 мг/л
ХПК	6,0 мгО/л	36,8 мгО/Л
нефтепродукты	0,05 мг/л	1,48 мг/л
сапрофиты	не обнаружены	2300 КОЕ/мл*
железо	до 4 ПДК	до 3 ПДК
кадмий	ПДК	2 ПДК

\*КОЕ – колониеобразующая единица



значение высокой антропогенной загрязненности снега по районам г. Самара состоит в том, что при таянии он может быть источником вторичного загрязнения почвы. Попадание в почву взвешенных веществ, нефтепродуктов, трудноокисляемой органики способствует её истощению и усилению деградации. Это особенно актуально, поскольку современное эколого-гигиеническое состояние почвы территории г. Самары весьма неудовлетворительное [10; 11].

Из-за высокой химической загрязненности снегового покрова и микробной обсемененности, учитывая токсичность для лабораторных животных, снег с территории г. Самара необходимо постоянно вывозить за город, не превращая его в депо для загрязнений. Загрязненный снег нельзя вывозить на лед Саратовского водохранилища как источника питьевого водоснабжения населения г. Самара, учитывая неудовлетворительное в санитарно-гигиеническом отношении качество воды водоема и торможение процессов самоочищения [12].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мониторинг загрязнения снежного покрова / В.Н. Василенко, И.М. Назаров, Ш.Д. Фридман. Л. 1985.
2. Степанова Н.В. О возможности использования снегохимической съемки в практике санэпиднадзора // Здоровье населения и среда обитания. 2003. № 1(118). С.31–34.
3. Степанова Н.В. Методические подходы к оценке загрязнения городской среды тяжелыми металлами // Здоровье населения и среда обитания. 2004. № 7(136). С.32–35.
4. Даукаев Р.А., Сулейманов Р.А. Мониторинг загрязнения снежного покрова Уфы // Гигиена и санитария. 2008. № 5. С.26–28.
5. Мониторинг качества снежного покрова, как составляющей среды обитания г. Самары / О.В. Сазонова, О.Н. Исакова, П.А. Сухачев, И.Ф. Сухачева, Н.И. Дроздова // Фундаментальные исследования. 2014. № 10. С.174–179.
6. Роль автотранспорта в загрязнении среды обитания и влияние на здоровье населения Самарской области / О.В. Сазонова, И.Ф. Сухачева, Н.И. Дроздова, Е.М. Якунова, А.В. Галицкая // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. Т. 15. № 3(6). С.1944–1948.
7. Особенности современного состояния атмосферного воздуха г. Самары / О.В. Сазонова, И.Ф. Сухачева, Л.М. Смирнова и др. // Научно-методологические и законодательные основы совершенствования нормативно-правовой базы профилактического здравоохранения: проблемы и пути их решения: материалы пленума научного Совета по экологии человека и гигиене окружающей среды РФ. Москва, 2012. С.387–389.
8. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами. М., 1982.
9. Морозов В.В., Саксонова В.В. Мониторинг атмосферного воздуха с учетом планирования организации промышленных комплексов города Самары // Известия Самарского научного центра РАН. 2012. Т. 14, № 5(3). С.624–627.
10. Санитарно-гигиеническое состояние почвы территории г. Самары, как возможный риск здоровью населения / И.Ф. Сухачева, Л.Е. Орлова, О.Н. Исакова, Л.И. Бедарева и др. // Известия Самарского научного центра РАН. 2010. Т. 12. № 1(7). С.1774–1777.
11. Репрезентативность результатов эколого-гигиенической оценки почвы и риски здоровью населения Самарской области / О.В. Сазонова, И.Ф. Сухачева, И.И. Березин, Н.И. Дроздова, Л.Е. Орлова // Известия Самарского научного центра РАН. 2012. Т. 14. № 5(3). С.636–640.
12. Оценка современной эколого-гигиенической ситуации Саратовского водохранилища и её многолетняя динамика: отчет о НИР / НИИ гигиены и экологии человека, дир. Л.Н. Самыкина, отвеств. исп. И.Ф. Сухачева, Н.И. Дроздова, Л.Е. Орлова. Самара, 2006. 117 с. Инв. № 02200705028.

#### PECULIARITIES OF SNOWPACK POLLUTION IN SAMARA

©2015 O.V. Sazonova<sup>1</sup>, A.K. Sergeev<sup>1</sup>, P.A. Suhachev<sup>2</sup>, O.N. Isakova<sup>1</sup>, I.F. Suhacheva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Scientific Research Institute of Hygiene and Human Ecology, Samara

<sup>2</sup> Samara State Medical University

The article presents the results of the annual monitoring of the quality of snow in the city of Samara in 2012–2013. It revealed a high level of pollution of snow cover and its toxicity due to emissions of vehicles. With the presence of suspended solids and resistant to oxidation organic matter, there appeared conditions for vegetation of saprophytic microflora in the snowpack. Growing number of cars and increasing amounts of emissions are the basis for future continuing snowpack pollution.

**Keywords:** Samara city, snow cover, anthropogenic pollution, toxicity, saprophytic microflora

*Olga Sazonova, MD, Associate Professor, Director.*

*E-mail: ov\_2004@mail.ru*

*Olga Isakova, Head of the Laboratory of Sanitary Microbiology.*

*E-mail: niigigen@yandex.ru*

*Pavel Sukhachev, PhD, Associate Professor at the General and Clinical Pathology Department. E-mail: patan12@rambler.ru*

*Inna Sukhacheva, PhD, Senior Research Fellow, Head of the Laboratory of Environmental Health.*

*E-mail: niigigen@yandex.ru*

*Artem Sergeev, Laboratory Researcher, Laboratory of Toxicology, 6th Course of Medical-Prophylactic Department.*

*E-mail: artemsergeev1@mail.ru*