

© Сазонова О.В., Рязанова Т.К., Сергеев А.К., Судакова Т.В., Торопова Н.М., Вистяк Л.Н., 2018  
УДК 614.7:614.2

## ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕГОВОГО ПОКРОВА В ПРОМЫШЛЕННОМ ГОРОДЕ

О.В. Сазонова, Т.К. Рязанова, А.К. Сергеев, Т.В. Судакова, Н.М. Торопова, Л.Н. Вистяк

ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, НИИ гигиены и экологии человека,  
ул. Чапаевская, 87, г. Самара, 443099, Россия

*Исследование посвящено оценке уровня загрязнения снегового покрова крупного промышленного города. Выделены приоритетные загрязняющие вещества, формирующие риск здоровью. Представлены в динамике изменения уровня загрязненности приоритетными загрязнителями. В многолетней динамике показано, что эти показатели продолжают вносить свой вклад в антропогенное загрязнение города. При таянии снег может выступать источником вторичного загрязнения почвы, сточных и подземных вод, поэтому периодическое отслеживание его состояния является неотъемлемой частью мониторинга состояния окружающей среды.*

**Ключевые слова:** снеговой покров, тяжелые металлы, нефтепродукты, полиароматические углеводороды, бенз(а)пирен.

*O.V. Sazonova, T.K. Ryazanova, A.K. Sergeev, T.V. Sudakova, N.M. Toropova, L.N. Vistyak* □  
**ECOLOGICAL AND HYGIENE FEATURES OF ANTHROPOGENIC SNOW POLLUTION IN THE INDUSTRIAL CITY** □ Samara State Medical University of the Ministry of Healthcare of Russia, Research Institute of Hygiene and Human Ecology, 87, Chapayevskaya str., Samara, 443099, Russia.

*The article is devoted to the evaluation of the level of pollution of snow cover in a large industrial city. There were identified priority pollutants that form a health risk. There was presented the dynamic of changes of pollution level of priority pollutants. In the long-term dynamics was shown that these indicators continue to contribute to anthropogenic pollution of the city. Melting snow can act as a source of secondary contamination of soil, wastewater and groundwater, therefore periodic monitoring its status is an integral part of monitoring the state of the environment.*

**Key words:** snow, heavy metals, oil products, polyaromatic hydrocarbons, benzo[a]pyrene.

Одной из актуальных экологических проблем продолжает оставаться возрастание антропогенной нагрузки на окружающую среду. Одним из индикаторов антропогенной нагрузки, в частности показателем техногенного загрязнения атмосферы, является состояние снегового покрова, о чем свидетельствует увеличивающееся количество публикаций по этой теме [2, 3, 5, 8, 9].

Следует отметить, что по состоянию на начало 2016 г. доля автотранспорта в общих выбросах загрязняющих веществ в воздушный бассейн городского округа оценивалась в 79,6 %. Эколого-гигиеническое значение этого факта заключается в том, что именно автотранспорт вносит значительный вклад в загрязнение окружающей среды, и, в частности, в зимний период оказывает влияние на состояние снегового покрова [9]. В связи с этим можно ожидать, что вблизи дорог загрязненность снега выше по таким показателям, как содержание углеводородов, трудноокисляемых органических веществ, взвешенных веществ и др. Одним из наиболее опасных техногенных загрязнителей является бенз(а)пирен – канцероген I класса опасности, полициклическое ароматическое соединение, образующееся при сгорании жидкого, твердого, реже газообразного топлива [13]. В ряде работ отмечается способность растений к накоплению бенз(а)пирена и других полиароматических углеводородов [1, 10, 11], что не может не оказывать неблагоприятного воздействия на здоровье населения.

Мониторинг качества снегового покрова в г. Самаре проводился неоднократно (в 1995–1997 гг., 2011–2013 гг.), при этом отмечалась тенденция к увеличению его загрязненности, что коррелирует с возрастанием автотранспортной нагрузки в городе.

**Цель исследования** – изучение санитарно-гигиенического снегового покрова в рамках мониторинговых исследований.

**Материалы и методы.** Исследования проводились в течение 2016–2017 гг. Отбор проб снега проводился в соответствии с «Методическими рекомендациями по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами» [4] перед таянием в период максимального накопления в нем химических ингредиентов из атмосферного воздуха. Для отбора пробы использовали снегомер – цилиндр из оцинкованного железа длиной 1 м, диаметром 20 см. Снегомер врезали в снег практически на всю толщину сугроба для получения керна. Для одной пробы отбирали 3–5 кернов. Лабораторные исследования проводили в талой воде.

Качество снегового покрова оценивали по девяти районам г. Самары. В пяти районах (Самарский, Ленинский, Октябрьский, Железнодорожный, Красноглинский) основной вклад в загрязнение окружающей среды вносит автотранспорт. В Промышленном, Кировском, Советском, Куйбышевском районах, помимо автотранспорта, влияние на окружающую среду оказывают также расположенные в этих районах промышленные предприятия (районы со смешанным источником загрязнения). В каждом районе пробы отбирали в условно «чистой» зоне, где среднесуточная интенсивность автомобильного движения составляла менее 5 000 автотранспортных единиц, и в условно «грязной» зоне, где интенсивность движения была более 5 000 автотранспортных единиц (в среднем она составляла около 20 000 единиц автотранспорта). В общей сложности было отобрано 18 проб, проведено 324 санитарно-химических исследования.

Санитарно-гигиеническую оценку снегового покрова проводили в соответствии с СанПиН 2.1.5.980–00 и ГН 2.1.5.1315–03 [6, 7]. Учитывали, что снег – иное агрегатное состояние воды, при уборке городских улиц снег часто вы-

возится на лед водоема, талые воды весной стекают в водные объекты. В работе использовали широкий спектр санитарно-гигиенических показателей с учетом предполагаемого источника загрязнения.

Статистическую обработку выполняли с помощью *Microsoft Excel 2013*. Взаимосвязь между показателями оценивали с помощью коэффициента корреляции Пирсона (r-Пирсона).

**Результаты исследования.** При проведении отбора проб снега было отмечено, что снег возле автотрасс был более загрязнен, чем на удалении. Органолептические свойства снегового покрова в большинстве образцов были неудовлетворительными, при этом в основном это были образцы, отобранные вблизи автодорог (условно «грязные» зоны). Максимальное значение (4 балла) было зарегистрировано в Промышленном районе на перекрестке крупных автодорог со среднесуточной интенсивностью движения более 20 000 автомобилей. Цветность талой воды также достоверно была выше в пробах из «грязных» зон (вблизи автодорог), при этом максимальное значение (30 град) также было отмечено на том же участке в Промышленном районе. По цветности снег соответствует достаточно загрязненному водоему, однако цветность снега не истинная, обусловленная растворенными веществами, а кажущаяся, связанная с антропогенным воздействием, в первую очередь влиянием выхлопов автотранспорта.

Следует отметить, что полученные данные по цветности ниже соответствующих значений 2013 г., несмотря на то, что количество автотранспорта за этот период увеличилось (табл. 3). Это может быть связано с особенностями отбора проб, а также вывозом снега из города, в связи с чем отобранные образцы не являются репрезентативными пробами для оценки накопления загрязняющих веществ в течение всего зимнего периода.

Амплитуда колебаний показателя pH в условно «чистых» зонах, где среднесуточная интен-

сивность движения была менее 5 000 автомобилей, составляла 6,75–7,72 (среднее значение 7,20, среднеквадратичное отклонение  $\pm 0,25$ ), в условно «грязных» зонах диапазон колебаний pH составлял 6,99–7,88 (среднее значение 7,33, среднеквадратичное отклонение  $\pm 0,23$ ). Следовательно, значения pH незначительны, но были выше вблизи более крупных автодорог. Известно, что незагрязненные атмосферные осадки имеют слабощелочную реакцию среды. Сдвигу реакции среды в щелочную сторону способствуют выбросы промышленных предприятий, выхлопы автотранспорта. Полученные данные свидетельствуют о повсеместном влиянии автотранспорта на окружающую среду.

Приведенная органолептическая характеристика свидетельствует о значительном антропогенном влиянии на снеговой покров в г. Самаре.

Общая санитарно-гигиеническая характеристика снегового покрова по этим и другим санитарно-гигиеническим показателям представлена в табл. 1.

Снеговой покров в целом характеризовался низкой жесткостью (менее 1°Ж), за исключением образца, отобранного в условно «грязной» зоне в Промышленном районе (3,8°Ж).

Для большинства показателей средние значения были выше в условно «грязных» зонах, однако достоверная зависимость между интенсивностью автотранспортного движения и уровнем загрязнения отмечена в отношении взвешенных веществ, трудноокисляемых органических веществ (по ХПК), нефтепродуктов, которые и представляют основной гигиенический интерес. Картина пространственного распределения величин взвешенных веществ, ХПК, нефтепродуктов показывает неравномерную загрязненность снегового покрова в городе, наибольшую загрязненность отмечали в условно «грязных» зонах в районах со смешанным источником загрязнения (максимальные значения для взвешенных веществ, нефтепродуктов регистрировались в Промышленном, Советском районах, для ХПК – в Промышленном, Кировском районах) (рис. 1–3).

Таблица 1. Содержание поллютантов в снеговом покрове г. Самары в 2017 г.

Показатель	Средняя концентрация в пробах			Количество проб с превышением ПДК/ОДК	Средняя концентрация в пробах с превышением ПДК/ОДК (ед. ПДК/ОДК)
	среднее по всем районам	условно «чистая» зона	условно «грязная» зона		
Запах, баллы	2,5	2,3	2,8	9 (50 %)	3,1
Цветность, град.	15,4	11,0	19,7	–	–
pH	7,27	7,20	7,33	не применимо	
Жесткость, °Ж	0,52	0,23	0,82	не применимо	
Перманганатная окисляемость, мгО/л	4,96	5,16	4,76	не применимо	
Химическое потребление кислорода, мг/л*	43,4	28,4	58,3	9 (50 %)	62,9 (2,10)
Взвешенные вещества, мг/кг	272,2	44,4	500,0	не применимо	
Общая минерализация, мг/кг	128,8	45,3	212,4	1 (5,6 %)	1985 (1,98)
Аммиак и ионы аммония, мг/кг	2,94	1,72	4,15	10 (55,6 %)	4,83 (3,21)
Нитриты, мг/кг	0,16	0,10	0,22	–	
Нитраты, мг/кг	1,34	1,44	1,25	–	
Нефтепродукты (ИК), мг/кг*	0,63	0,39	0,82	16 (88,9 %)	0,68 (2,25)
Нефтепродукты (УФ), мг/кг	0,21	0,03	0,18	не применимо	
аПАВ*, мг/кг	0,17	0,09	0,19	1 (5,6 %)	0,61
Фенолы, мг/кг	0,026	0,028	0,024	–	–
Кадмий (пф), мг/кг	0,0006	0,0007	0,0002	3 (16,7 %)	0,0015 (1,5)
Свинец (пф), мг/кг	0,0004	0,0003	0,0004	–	–
Медь (пф), мг/кг	0,0082	0,0067	0,0097	–	–
Цинк (пф), мг/кг	0,0773	0,0670	0,0876	–	–

Примечание: \* разница между условно «чистыми» и условно «грязными» зонами статистически достоверна,  $p < 0,05$ ; пф – подвижная форма.

Содержание пыли в воздухе в зимний период, одним из значимых источников которой является автотранспорт, влияет на содержание взвешенных веществ в снеговом покрове. Среднее содержание взвешенных веществ в 2017 г. составило 272,2 мг/л. В 2012 г. и 2013 г. эти значения составили соответственно 47,8 мг/л и 55,2 мг/л (табл. 3). Следовательно, наблюдается тенденция в сторону увеличения содержания взвешенных веществ, что может быть обусловлено ростом автотранспортной нагрузки.

Содержание нефтепродуктов в большинстве образцов (88,9 %) превышало ПДК, при этом снег был загрязнен как алифатическими (результаты количественного определения методом ИК-спектроскопии), так и ароматическими (УФ-спектроскопия) углеводородами (табл. 2). Только в двух пробах содержание нефтепродуктов соответствовало гигиеническим нормативам (условно «чистые» зоны в Самарском и Куйбышевском районах). Максимальные значения были выявлены в промышленных районах вблизи крупных автодорог, что позволяет предположить возможный вклад в загрязнение окружающей среды промышленных предприятий на фоне доминирующего влияния выхлопов автотранспорта. Ароматические углеводороды также всегда обнаруживались вблизи крупных автодорог и во всех пробах, отобранных в Советском и Промышленном районах.

С помощью линейного коэффициента корреляции Пирсона было обнаружено наличие сильной связи между концентрацией нефтепродуктов и содержанием взвешенных веществ ( $r$ -Пирсона 0,89), общей минерализацией ( $r$ -Пирсона 0,85), между содержанием трудноокисляемых органических веществ и взвешенных веществ ( $r$ -Пирсона 0,85), общей минерализацией ( $r$ -Пирсона 0,97), а также между концентрациями нефтепродуктов и трудноокисляемых органических веществ ( $r$ -Пирсона 0,77). Полученные результаты позволяют предположить, что трудноокисляемые органические вещества (по ХПК) в основном представлены нефтепродуктами и что они могут поступать из приземных слоев атмосферы в снег вместе с пылью. Это является очередным дополнительным подтверждением, что показатель ХПК является критерием антропогенного влияния на окружающую среду.

Особенное внимание следует уделить полиароматическим углеводородам. Известно, что они не растворяются в воде и присутствуют в виде взвеси в воздухе. Из полиароматических углеводородов наиболее опасен бенз(а)пирен, канцеро-

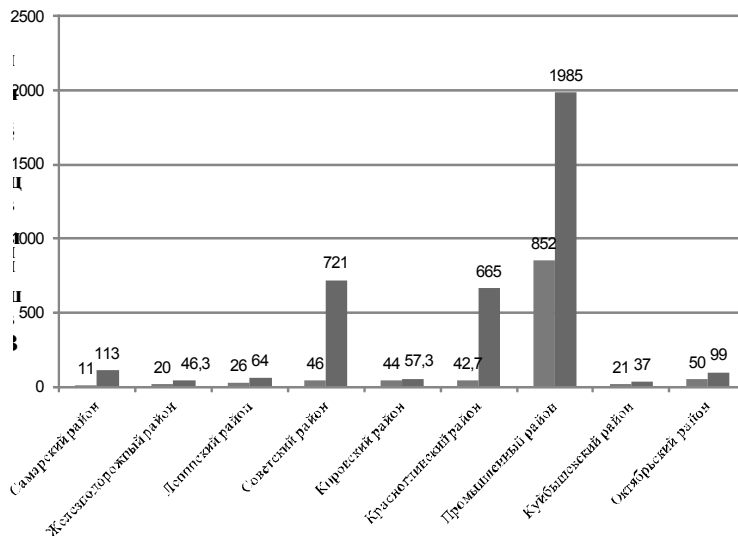


Рис. 1. Содержание взвешенных веществ в снеговом покрове в различных административных районах г. Самары

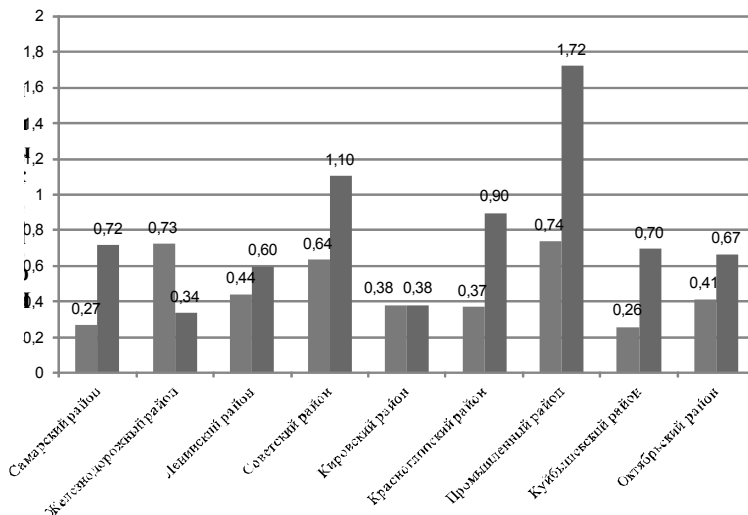


Рис. 2. Содержание нефтепродуктов в талой воде в различных административных районах г. Самары

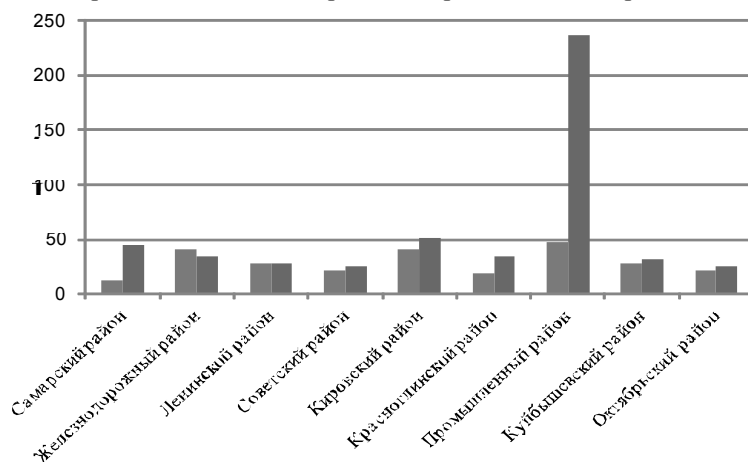


Рис. 3. Значения ХПК талой воды в различных административных районах г. Самары

генное вещество первого класса опасности, относящееся к группе 2А (канцерогенные агенты для человека с весьма высокой степенью доказательности) по классификации Международного агентства по изучению рака (МАИР) [13].

Таблица 2. Загрязненность снегового покрова г. Самары нефтепродуктами

№	Место отбора проб снега	ИК спектр <sup>1</sup> (мг/л)		УФ спектр <sup>2</sup> (мг/л)	
		условно «чистые» зоны	условно «грязные» зоны	условно «чистые» зоны	условно «грязные» зоны
1	Промышленные районы*	0,52	1,07	0,12	0,48
2	Октябрьский район	0,41	0,67	н/о	н/о
3	Центральные районы**	0,35	0,68	н/о	0,19
4	Красноглинский район	0,37	0,90	н/о	0,14
5	Куйбышевский район	0,26	0,70	н/о	0,01
Среднее значение		0,39	0,82	0,03	0,18
Максимальное значение		0,64	1,72	0,163	0,497

Примечания:

<sup>1</sup> Детектирование в инфракрасной области спектра<sup>2</sup> Детектирование в ультрафиолетовой области спектра

\*Безьянская промзона: Кировский, Советский, Промышленный районы

\*\*Самарский, Ленинский, Железнодорожный районы

н/о не обнаруживается

Бенз(а)пирен не обнаруживался в профильтрованной талой воде, но его наличие идентифицировали, как и некоторых других полиароматических углеводородов, во взвешенных в снеге веществах, при этом его содержание коррелировало с содержанием взвешенных веществ. В условно «грязных» зонах его содержание было достоверно выше, приближаясь в пересчете на 1 л талой воды к 0,5–0,6 ПДК, за исключением пробы, взятой в Промышленном районе, где содержание бенз(а)пирена составило 0,09 мг/г взвешенных веществ (0,00018 мг/л талой воды, что соответствует 18 ПДК). Полученные данные о преимущественном обнаружении бенз(а)пирена в твердом осадке согласуются с литературными данными и обусловлены его низкой растворимостью в воде [2, 12]. Можно предположить, учитывая плохую растворимость, что после таяния снега полиароматические углеводороды будут оседать в почве.

При изучении распространенности биогеонозов (азота аммонийного, азота нитритов, азота нитратов) определено, что содержание и нитритов, и нитратов находилось в пределах гигиенических нормативов и составляло в среднем 0,16 и 1,34 мг/л соответственно. Азот аммонийный в большинстве образцов (56,0 %) содержался в превышающих ПДК концентрациях, полученные значения были на уровне данных 2013 г., но ниже, чем в 2012 г. Большие величины по сравнению с другими формами свидетельствуют о свежем загрязнении и замедлении процессов минерализации при низких температурах. При этом максимальные значения также отмечались в условно «грязных» участках в Промышленном и Советском районах (22,1 и 4,8 мг/л соответственно).

Дополняет картину антропогенного загрязнения повсеместное распространение поверхностно-активных веществ, содержание которых также было выше на участках с интенсивным движением автотранспорта. Наиболее высокое их содержание было зарегистрировано в Куйбышевском, Самарском и Октябрьском районах. Содержание фенолов во всех точках отбора проб находилось в пределах гигиенических нормативов, четкой зависимости между их концентрацией в почве и интенсивностью движения автотранспорта не выявлено (в условно «грязных» зонах их концентрация составляла 0,023 мг/л талой воды, в условно «чистых» зонах – 0,028 мг/л талой воды).

В снеге территории г. Самары обнаруживались все определяемые металлы (кадмий, свинец, цинк, медь). Концентрации свинца, цинка и меди в талой воде были недостоверно выше в условно «грязных» зонах, однако они обнаруживались во всех образцах, но в пределах гигиенических нормативов. В отличие от других определяемых металлов, концентрации кадмия в талой воде были несколько выше в условно «чистых» зонах по сравнению с условно «грязными» участками, в 7 образцах (38,9 %) он не обнаруживался, его содержание в большинстве образцов составляло 1/10–1/4 ПДК, и в трех образцах оно превышало ПДК в среднем в 1,5 раза.

Загрязнение снегового покрова в многолетней динамике представлено в табл. 3.

Таблица 3. Многолетняя динамика загрязнения снегового покрова

Год, показатель	1995	2013	2017
Запах, баллы	1	2,5	2,5
pH	6,4	7,69	7,27
Цветность	30°	60°	15,4°
Взвешенные вещества, мг/л	0,9	39,2	272,2
ХПК, мг/л	6,2	36,8	43,4
Азот аммонийный, мг/л	0,86	3,6	2,9
Нефтепродукты, мг/л	0,05	1,48	0,63
Кадмий	до ПДК	до 2 ПДК	до 1,6 ПДК

Состояние снегового покрова в 2017 г. хуже по сравнению с 1995 г., что, скорее всего, обусловлено антропогенным влиянием, в частности увеличением количества автотранспортных средств, о чем косвенно свидетельствуют более высокие значения многих показателей вблизи автодорог с высокой интенсивностью движения. По сравнению с 2013 г. по ряду показателей отмечена тенденция к увеличению (ХПК, взвешенные вещества), некоторые показатели остались на уровне 2013 г. (запах, кадмий), содержание нефтепродуктов в среднем стало меньше. Однако эти различия могут быть обусловлены особенностью отбора проб, отличием погодных условий и вывозом снега.

**Заключение.** На основании полученных результатов можно сказать, что состояние снегового покрова в г. Самаре свидетельствует о высокой степени его загрязнения под влиянием антропогенных факторов. Наиболее значимыми с санитарно-гигиенических позиций показате-

лями являются содержание нефтепродуктов, взвешенных веществ, трудноокисляемых органических веществ (по ХПК), азота аммонийного, некоторых металлов). Результаты для районов со смешанным источником загрязнения и районов с приоритетным влиянием автотранспорта подтверждают вклад в загрязнение снегового покрова и промышленных предприятий и выхлопов автомобилей с доминирующим влиянием последних. Эколого-гигиеническое значение высокой загрязненности снега состоит в том, что при таянии он может выступать источником вторичного загрязнения почвы, подземных, поверхностных вод, ухудшая состояние окружающей среды. Представляется целесообразным продолжать мониторинговые исследования качества снегового покрова и предпринимать меры по улучшению его состояния.

#### ЛИТЕРАТУРА (п. 13 см. References)

1. **Белых Л.И., Горшков А.Г., Рябчиков И.А. и др.** Распределение и биологическая активность полициклических ароматических углеводородов в системе источник – снежный покров – почва – растение // Сибирский экологический журнал. 2004. № 11 (6). С. 793–802.
2. **Журавлева Н.В., Потокина Р.Р., Исмагилов З.Р. и др.** Загрязнение снегового покрова полициклическими ароматическими углеводородами и токсичными элементами на примере г. Новокузнецка // Химия в интересах устойчивого развития. 2014. № 22. С. 445–454.
3. **Курмазова Н.А.** Снег как индикатор загрязнения атмосферного воздуха // «Технические науки – от теории к практике»: материалы XII международной заочной научно-практической конференции. (30 июля 2012 г.). Новосибирск: Изд. «Сибирская ассоциация консультантов», 2012. С. 87–90.
4. Методические рекомендациям по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами. М., 1982.
5. **Онухин А.А., Буренина Т.А., Зубарева О.И. и др.** Загрязнение снежного покрова в зоне воздействия предприятий Норильского промышленного района // Сибирский экологический журнал. 2014. № 6. С. 1025–1037.
6. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 27 апреля 2003 г.): ГН 2.1.5.1315–03.
7. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: Дополнения и изменения № 1 к ГН 2.1.5.1315–03 (утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 сентября 2007 г. № 75. ГН 2.1.5.2280–07).
8. **Сазонова О.В., Сергеев А.К., Сухачев П.А. и др.** Особенности снегового загрязнения в городе Самара // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. Т. 17. № 2 (2). С. 433–437.
9. **Сазонова О.В., Сухачева И.Ф., Дроздова Н.И. и др.** Мониторинг качества снегового покрова как составляющей среды обитания населения г. Самары // Фундаментальные исследования. 2014. № 10 (часть 1). С. 174–179.
10. **Яковлева Е.В., Габов Д.Н., Безносиков В.А.** Временные изменения содержания полиаренов в почвах и растениях нижнего яруса южной тундры под воздействием угледобывающей промышленности // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2017. Т. 25. № 2. С. 271–293.
11. **Яковлева Е.В.** Полициклические ароматические углеводороды в системе почва-растение: дис. ... канд. биол. наук. М., 2009. 172 с.
12. **Янченко Н.И., Белых Л.И., Слуцкий С.Л. и др.** Полициклические ароматические углеводороды в твердом осадке и легколетучие органические соединения в фильтрате снежного покрова Братска // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2016. Т. 327. № 2. С. 52–58.
13. **hydrocarbons in the system source - snow cover – soil - plant.** Sibirskij ekologicheskij zhurnal, 2004, no. 11 (6), pp. 793–802. (In Russ.)
14. **Zhuravleva N.V., Potokina R.R., Ismagilov Z.R. et al.** Zagrjaznenie snegovogo pokrova politsiklicheskimii aromaticeskimi uglevodorodami i toksichnymi elementami na primere g. Novokuzneca [Pollution of snow cover with polycyclic aromatic hydrocarbons and toxic elements on the example of Novokuznetsk]. *Chimija v interesakh ustojchivogo razvitija*, 2014, no. 22, pp. 445–454. (In Russ.)
15. **Kurmazova N.A.** Sneg kak indikator zagrijaznenija atmosfernogo vozdukh [Snow as an indicator of air pollution]. «Tehnicheskie nauki – ot teorii k praktike»: materialy XII mezhdunarodnoj zaochnoj naučno-prakticheskoj konferentsii. (30 julija 2012 g.). Novosibirsk: Sibirskaja asociatsija konsultantov Publ., 2012, pp. 87–90. (In Russ.)
16. **Metodicheskie rekomendatsii po geochimicheskoj otsenke zagrijaznenija territorii gorodov chimicheskimi elementami** [Methodic recommendations for geochemical assessment of pollution of the territory of the cities with the chemical elements]. Moscow, 1982. (In Russ.)
17. **Onuchin A.A., Burenina T.A., Zubareva O.I. et al.** Zagrijaznenie snezhnogo pokrova v zone vozdejstvija predpriyatij Noril'skogo promyshlennogo rajona [Pollution of snow cover in the zone of impact of enterprises of Norilsk industrial district]. *Sibirskij ekologicheskij zhurnal*, 2014, no. 6, pp. 1025–1037. (In Russ.)
18. **Predel'no dopustimye kontsentratsii (PDK) chimicheskikh veshchestv v vode vodnykh objektov hozjajstvenno-pit'evogo i kul'turno-bytovogo vodopol'zovanija** (utv. Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom Rossijskoj Federatsii 27 aprlja 2003 g.): GN 2.1.5.1315–03 [Maximum permissible concentrations (MPC) of chemicals in the water of water bodies of economic, drinking, cultural and domestic water use (app. by the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation on 27 April 2003): GN 2.1.5.1315–03]. (In Russ.)
19. **Predel'no dopustimye kontsentratsii (PDK) chimicheskikh veshchestv v vode vodnykh objektov hozjajstvenno-pit'evogo i kul'turno-bytovogo vodopol'zovanija: Dopolnenija i izmenenija № 1 k GN 2.1.5.1315–03** (utv. Postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha Rossijskoj Federatsii ot 28 sentjabrja 2007 g. № 75. GN 2.1.5.2280–07) [Maximum permissible concentrations (MPC) of chemicals in the water of water bodies of household, drinking, cultural and domestic water use: Additions and changes no. 1 to GN 2.1.5.1315–03 (app. by the resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation of September 28, 2007, no. 75. GN 2.1.5.2280–07)]. (In Russ.)
20. **Sazonova O.V., Sergeev A.K., Sukhachev P.A. et al.** Osobennosti snegovogo zagrijaznenija v gorode Samara [Features of snow pollution in Samara]. *Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*, 2015, Vol. 17, no. 2 (2), pp. 433–437. (In Russ.)
21. **Sazonova O.V., Sukhacheva I.F., Drozdova N.I. et al.** Monitoring kachestva snegovogo pokrova kak sostavl'jajushchej sredy obitanija naselenija g. Samary [Monitoring of the quality of snow cover as a component of the environment of the population of Samara]. *Fundamental'nye issledovanija*, 2014, no. 10 (part 1), pp. 174–179. (In Russ.)
22. **Jakovleva E.V., Gabov D.N., Beznosikov V.A.** Vremennye izmenenija soderzhanija poliarenov v pochvakh i rastenijakh nizhnego jarusa juzhnoj tundry pod vozdejstviem ugledobывajushchej promyshlennosti [Temporary changes in the content of polyarenes in soils and plants of the lower tier of the southern tundra under the influence of the coal industry]. *Vestnik RUDN. Serija: Ekologija i bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*, 2017, Vol. 25, no. 2, pp. 271–293. (In Russ.)
23. **Jakovleva E.V.** Politsiklicheskie aromaticeskije uglevodorody v sisteme pochva-rastenie: dis. ... kand. biol. nauk [Polycyclic aromatic hydrocarbons in the soil-plant system: summary of the thesis of PhD in Biology]. Moscow, 2009, 172 p. (In Russ.)
24. **Janchenko N.I., Belykh L.I., Slutskij S.L. et al.** Politsiklicheskie aromaticeskije uglevodorody v tverdom osadke i legkoletuchie organicheskie soedinenija v fil'trate snezhnogo pokrova Bratska [Polycyclic aromatic hydrocarbons in the solid residue and volatile organic compounds in the filtrate of the snow cover of Bratsk]. *Izvestija Tomskogo politehnicheskogo universiteta. Inzhiniring georесursov*, 2016, Vol. 327, no. 2, pp. 52–58. (In Russ.)
25. **Benzo[a]pyren.** Monograph. IARC Working Group. Available at: <https://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100F/mono100F-14.pdf> Accessed September 02, 2017.

#### Контактная информация:

**Сергеев** Артем Константинович, аспирант кафедры общей гигиены ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России  
тел.: +7 (987) 432-04-05, e-mail: artemsergeev1@mail.ru

#### Contact information:

**Sergeev** Artem, Post-graduate student of Department of General Hygiene of Samara State Medical University of the Ministry of Healthcare of Russia  
phone: +7 (987) 432-04-05, e-mail: artemsergeev1@mail.ru

#### REFERENCES

1. **Belykh L.I., Gorshkov A.G., Ryabchikov I.A. et al.** Raspreделение i biologicheskaya aktivnost' politsiklicheskih aromaticeskikh uglevodorodov v sisteme istochnik – snezhnyj pokrov – pochva – rastenie [Distribution and biological activity of polycyclic aromatic