















Молибден	-	0,02	-	[15]
Кадмий	-	0,0003	-	[15], [17]
Свинец	0,001	0,0003	-	[15], [17]

В литературных данных 1973 г. показано, что в атмосферном воздухе, содержатся различные химические вещества, в том числе соли NaCl, на уровне фоновых концентраций, как в прибрежных зонах морей, так и во внутриматериковых зонах [20]. Их значения во внутриматериковых зонах соответствуют 0,0039 мг/м<sup>3</sup> по Na<sup>+</sup>, 0,006 мг/м<sup>3</sup> по Cl.

Результаты собственных исследований, приведенных в этой работе, сравнили также с результатами работ А.А. Виноградовой, которые были посвящены изучению элементного состава атмосферного аэрозоля над морями Северного Ледовитого океана в атмосфере Арктики [21]. Концентрации ионов Ca<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> были установлены на уровне 0,0006, 0,00042, 0,00041 мг/м<sup>3</sup>, соответственно, что является природным аэрозолем морской воды. В то же время содержание вышеуказанных элементов в атмосферном воздухе г. Москвы в 2018 году, как видно из табл. 3, значительно превышает показатели 1973 года и их содержание в атмосфере над морями Северного Ледовитого океана.

Стоит обратить внимание на аналитические методы, применяемые для химического анализа атмосферного воздуха. Отсутствие каких-либо данных по техническому оснащению и методическому подходу, использованным при установлении природных фоновых концентраций в 1973 г., может говорить о необходимости пересмотра приведенных значений с помощью современных методов анализа. В работе А.А. Виноградовой отбор проб воздуха был проведен по аналогии с одним из способов отбора проб нашего исследования. Отличие состоит в разных типах аэрозольных фильтров (АФА-ВП и АФА-ХА-20/ АФА-ХП-20) и в прокачивающем устройстве, разработанном авторами и способном работать при низких температурах окружающего воздуха. Также элементный состав аэрозольных проб определяли методами инструментального нейтронно-активационного и количественного спектрального анализов. Отмечено, что данные методы позволяют уловить концентрации химических веществ в очень низких значениях, которые находятся даже ниже предела обнаружения метода ИСП-МС, примененного в нашем исследовании.

Тем не менее, из двух методов, примененных нами, метод ИСП-МС оказался существенно более информативным, поскольку он позволяет оценивать наличие в пробах воздуха примесей – тяжелых металлов и других элементов, наличие которых может иметь существенное значение при обеспечении комплексного подхода к оценке негативного влияния ПГМ на здоровье человека в результате их применения на улицах городов.

Важными условиями при выборе метода анализа являются сокращение продолжительности аналитического процесса и повышение чувствительности метода анализа. Так, например, из анализа литературных данных выявлено, что одним из перспективных, наиболее чувствительных и, что немаловажно, дистанционных методов элементного анализа вещества является метод лазерно-



искровой эмиссионной спектроскопии (ЛИЭС). Метод заключается в испарении малого количества вещества образца под воздействием мощного лазерного импульса до состояния плазмы (лазерная абляция) и последующей регистрации ее атомного спектра. Установки на основе данного метода позволяют анализировать вещества в полевых условиях, в виде твердых образцов, порошков, как во взвешенном состоянии (аэрозолей в воздухе), так и на подложке [22, 23].

Реальный вклад противогололедных материалов в загрязнение атмосферного воздуха мало изучен, так же, как и их вклад в различные заболевания населения, имеющие тенденцию к обострению в зимние и весенние месяцы до активного вегетационного периода растений. В связи с тем, что составляющим веществом многих ПГМ является натрий хлорид технический, который по степени воздействия на организм человека характеризуется как умеренно опасное вещество и относится к 3-му классу опасности, необходимо предусматривать соблюдение соответствующих мер безопасности и условия применения реагентов. Постоянное воздействие загрязненного воздуха на здоровье населения, в конечном итоге, проявляется в росте показателей заболеваемости и смертности, в первую очередь, в увеличении хронических заболеваний органов дыхания.

Анализ информационных источников об опыте и видах использования противогололедных материалов в городах России и за рубежом позволил доказать, что применение ПГМ затрагивает различные аспекты функционирования городской инфраструктуры. Так, например, для Швейцарии исследования, направленные на изучение противогололедных материалов, актуальны и в связи с сохранением архитектурного наследия [18]. Это связано с тем, что применяемые противогололедные реагенты рассеиваются в процессе обработки проезжей части, рекристаллизуются и накапливаются у основания зданий, что ведет к повреждению фасадов зданий. Повреждения от аэрозольного действия ПГМ доходят до уровня второго этажа.

Изучение качества атмосферного воздуха в зимний период осложнено различными факторами. Одним из косвенных методов исследования уровня загрязнения атмосферного воздуха является определение содержания вредных веществ в снеге [19]. Однако, учитывая специфику нанесения противогололедных материалов, мониторинг снеговых проб по солесодержанию, в большей степени, позволяет оценить суммарную нагрузку на почвенный покров, грунтовые воды, городскую растительность и другие объекты, подвергающиеся прямому воздействию ПГМ.

Полученные в этом исследовании данные полезны с практической точки зрения для учета влияния ПГМ на состояние здоровья населения г. Москвы и разработки мер по минимизации их вредного влияния с целью уменьшения заболеваний жителей города.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, подбор оптимального, чувствительного аналитического метода для качественного и количественного анализа элементов в атмосферном

воздухе является необходимым для обеспечения контроля за содержанием остаточных количеств ПГР в атмосферном воздухе и его загрязнением солями различных металлов. Вместе с тем, продолжение мониторинговых исследований по оценке качества воздуха по показателям-индикаторам в течение всего года позволит оценить фактический вклад ПГМ, а также отработать методику химического анализа проб воздуха в зимний период. Проведенные и запланированные исследования направлены на сокращение обострений заболеваемости органов дыхания среди населения в зимний сезон.

*Исследования проводились в рамках государственного задания на 2018–2019 гг. по теме: «Оценка риска воздействия противогололедных материалов на здоровье человека и объекты окружающей среды при их применении на урбанизированных территориях» в ФГБУ «ЦСП» Минздрава России.*

#### ACKNOWLEDGEMENT

*The research was carried out as a part of the Government Task for 2018–2019 “Risk assessment of the impact of deicing materials on human health and environmental objects when using in urbanized territories” in Federal State Budgetary Institution “Centre for Strategic Planning and Management of Biomedical Health Risks” of Ministry of Health of the Russian Federation.*

#### Список литературы:

1. Водянова М.А., Ушакова О.В., Донерьян Л.Г., Евсеева И.С. // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 5. С. 53. DOI: 10.17513/spno.28059.
2. Распоряжение ДЖКХиБ города Москвы 05-14-650/1 «Об утверждении технологии зимней уборки проезжей части магистралей, улиц, проездов и площадей (объектов дорожного хозяйства г. Москвы) с применением противогололедных реагентов и гранитного щебня фракции 2-5 мм (на зимние периоды с 2010-2011 годов и далее) (с изменениями на 7 сентября 2017 года)».
3. Приказ Роспотребнадзора от 19.07.2007 № 224 «О санитарно-эпидемиологических экспертизах, обследованиях, исследованиях, испытаниях и токсикологических, гигиенических и иных видах оценок» (ред. от 01.12.2017). Зарегистрировано в Минюсте России 20.07.2007 № 9866.
4. Никифорова Е.М., Кошелева Н.Е., Хайбрахманов Т.С. // Вестник Московского Университета. Сер. 5: География. 2016. № 3. С. 40.
5. Яковлев А.П., Судник А.В. // Сб. тезисов по материалам конференции «Состояние и перспективы развития зеленого строительства в Республике Беларусь». Минск: Национальная академия наук Беларуси, Центральный ботанический сад НАН Беларуси, 2018. С. 2013.
6. Королев В.А., Соколов В.Н., Самарин Е.Н. // Инженерная геология. 2009. № 1. С. 34.
7. Швагирева О.А. Дис. ... канд. техн. наук. М.: Моск. гос. автомобильно-дорожный институт, 1999.
8. Сбитнев А.В., Водянова М.А., Журков В.С., Ахальцева Л.В., Сычева Л.П. // Сб. трудов по материалам конференции «Окружающая среда и здоровье. Гигиена и экология урбанизированных территорий». М.: ФГБУ «ЦСП» Минздрава России, 2016. С. 425.
9. Попов В.Г., Сухов Ф.И., Чурюкина С.В. и др. // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 07 (61) Часть 3. С. 65. DOI: 10.23670/IRJ.2017.61.046.

10. *Афанасьев Ю.А., Фомин С.А., Меньшиков В.В. и др.* Мониторинг и методы контроля окружающей среды. Учеб. пособие в двух частях. Часть 2. Специальная. М.: Изд. МНЭПУ, 2001. 337 с.
11. Руководящий документ 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы (Часть I, разделы 1-9). М., 1991.
12. ФР.1.31.2008.01738. Методика выполнения измерений массовой концентрации катионов аммония, калия, натрия, магния, кальция и стронция в пробах питьевой, минеральной, столовой, лечебно-столовой, природной и сточной воды методом ионной хроматографии.
13. ФР.1.31.2008.01724. Методика выполнения измерений массовой концентрации фторид-, хлорид-, нитрат-, фосфат- и сульфат-ионов в пробах питьевой, минеральной, столовой, лечебно-столовой, природной и сточной воды методом ионной хроматографии.
14. ГОСТ Р 56219-2014 (ИСО 17294-2:2003). Вода. Определение содержания 62 элементов методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой.
15. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 22.12.2017 № 165 (ред. от 31.05.2018) «Об утверждении гигиенических нормативов ГН 2.1.6.3492-17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений» (вместе с ГН 2.1.6.3492-17.) (Зарегистрировано в Минюсте России 09.01.2018 № 49557).
16. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 19.12.2007 № 92 (ред. от 21.10.2016) «Об утверждении ГН 2.1.6.2309-07» (вместе с ГН 2.1.6.2309-07. 2.1.6. Атмосферный воздух и воздух закрытых помещений, санитарная охрана воздуха. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Гигиенические нормативы) (Зарегистрировано в Минюсте России 21.01.2008 № 10966).
17. РД 52.44.593-2015. Руководящий документ. Массовая концентрация тяжелых металлов в атмосферном воздухе. Методика измерений методом атомно-абсорбционной спектрометрии с беспламенной атомизацией (введен в действие Приказом Росгидромета от 29.01.2016 № 19).
18. *Charola A.E., Rousset B., Bläuer C.* // Proceedings of 4th International Conference on Salt Weathering of Buildings and Stone Sculptures. 2017. P. 16.  
<https://www.researchgate.net/publication/320395302> (дата обращения 20.04.19).
19. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. СПб.: Гидрометеоздат, 1991.
20. *Некрасов Б.В.* Основы общей химии. Т. 2. М.: Химия, 1973. 688 с.
21. *Виноградова А.А.* Дисс. ... докт. геогр. наук. М.: Институт физики атмосфер им. А.М. Обухова РАН, 2004.
22. *Диденко А.В., Кузовникова Л.В., Муравлев Е.В.* // Сб. трудов конференции «Измерения, автоматизация, и моделирование в промышленности и научных исследованиях (ИАМП-2018)». Барнаул: АГТУ им. Ползунова, 2018. С. 47.
23. *Попов А.М., Лабутин Т.А., Зоров Н.Б.* // Вестник московского университета. Сер. 2: Химия. 2009. № 6. С. 453.

## References:

1. *Vodyanova M.A., Ushakova O.V., Doneryan L.G., Evseeva I.S.* // *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2018. No. 5. P. 53 [in Russian]. DOI: 10.17513/spno.28059.
2. On approval of winter cleaning technology of the carriageway of highways, streets, driveways and squares (road facilities of the city of Moscow) with the use of deicing agents and granite rubble of the fraction of 2-5 mm (for winter periods starting from 2010–2011 and beyond). Government Directive of the Department of Housing and Public Utilities and Beautification of the City of Moscow No. 05-14-650/1 (updated on September 7, 2017) [in Russian].

3. On sanitary-epidemiological expertise, surveys, research, and testing along with toxicological, hygienic and other types of assessments. Order of Russian Agency for Health and Consumer Rights of July 19, 2007 No. 224 (updated on December 1, 2017) [in Russian].
4. *Nikiforova E.M., Kosheleva N.E., Khaibrakhmanov T.S.* // Vestnik moskovskogo universiteta [Bulletin of Moscow University]. Ser. 5: Geography. 2016. No. 3. P. 40 [in Russian].
5. *Yakovlev A.P., Sudnik A.V.* // Proceedings of Conference “Current Situation and Prospects for Development of Green Construction in the Republic of Belarus”. Minsk: National Academy of Sciences of Belarus, Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus, 2018. P. 2013 [in Russian].
6. *Korolev V.A., Sokolov V.N., Samarina E.N.* // Inzhenernaya geologiya [Engineering geology]. 2009. No. 1. P. 34 [in Russian].
7. *Shvagireva O.A.* Ph. D. Thesis (Engineering). Moscow: 1999 [in Russian].
8. *Sbitnev A.V., Vodyanova M.A., Zhurkov V.S., Akhaltseva L.V., Sycheva L.P.* // Proceedings of Conference “Environment and Health. Hygiene and ecology of urbanized territories”. Moscow: FSO CSP of the Ministry of Health of Russia, 2016. P. 425 [in Russian].
9. *Popov V.G., Sukhov I.I., Churyukina S.V. et al.* // Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal [International Scientific Research Journal]. 2017. No. 07 (61). Part 3. P. 65 [in Russian]. DOI: 10.23670/IRJ.2017.61.046.
10. *Afanasyev Y.A., Fomin S.A., Menshikov V.V. et al.* Monitoring and methods of environmental control. Manual. Part 2. M.: Izd. MNEPU, 2001. 337 p. [in Russian].
11. Guidelines for Control of Atmospheric Pollution (Part I, Sections 1-9). Guiding document No. 52.04.186-89. Moscow, 1991 [in Russian].
12. Federal Register 1.31.2008.01738. Methods for measuring mass concentration of ammonium, potassium, sodium, magnesium, calcium, and strontium cations in drinking, mineral, table, medical-table, natural and waste water samples by ion chromatography [in Russian].
13. Federal Register 1.31.2008.01724. Methods for measuring mass concentration of fluoride, chloride, nitrate, phosphate and sulfate ions in drinking, mineral, table, medical table, natural and waste water samples by ion chromatography [in Russian].
14. GOST [State Standard] P 56219-2014 (ISO 17294-2: 2003). Water. Determination of content of 62 elements by inductively coupled plasma mass spectrometry [in Russian].
15. On approval of Hygienic Standards 2.1.6.3492-17 “Maximum permissible of pollutants in atmospheric air of urban and rural settlements (together with Hygienic Standards 2.1.6.3492-17). Resolution of Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation of December 22, 2017 No. 165 (updated on May 31, 2018) [in Russian].
16. On approval of Hygienic Standards 2.1.6.2309-07 (together with Hygienic Standards 2.1.6.2309-07.2.1.6). Resolution of Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation of December 19, 2007 No. 92 (updated on October 21, 2016) [in Russian].
17. Mass concentration of heavy metals in atmospheric air. Measurement technique by atomic absorption spectrometry with flameless atomization. Guidance document No. 52.44.593-2015 [in Russian].
18. *Charola A.E., Rousset B., Bläuer C.* // Proceedings of 4th International Conference on Salt Weathering of Buildings and Stone Sculptures. 2017. P. 16.  
<https://www.researchgate.net/publication/320395302> (assessed 20.04.19).
19. Guidelines for control of atmospheric pollution. Guidance document No. 52.04.186-89 [in Russian].
20. *Nekrasov B.V.* Fundamentals of general chemistry. V. 2. M.: Khimiya, 1973. 688 p. [in Russian].
21. *Vinogradova A.A.* Dr. habil. Thesis (Geography). M., 2004 [in Russian].
22. *Didenko A.V., Kuzovnikova L.V., Muravlev E.V.* // Proceedings of Conference “Measurement, automation, and modeling in industry and research”. Barnaul: Polzunov ASTU, 2018. P. 47 [in Russian].

23. *Popov A.M., Labutin T.A., Zorov N.B.* // Vestnik moskovskogo universiteta [Bulletin of Moscow University]. Ser. 2: Chemistry]. 2009. No. 6. P. 453 [in Russian].