

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА/ENVIRONMENTAL SAFETY OF CONSTRUCTION AND URBAN ECONOMY

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.155.34>

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ СНЕЖНОГО ПОКРОВА ГОРОДА САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

Научная статья

Галицкова Ю.М.^{1,*}¹ ORCID : 0000-0002-0168-8949;¹ Самарский государственный технический университет, Самара, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (galickova[at]yandex.ru)

Аннотация

В настоящее время загрязнение атмосферного воздуха — одна из главных проблем крупных городов и промышленных центров. В зимний период загрязняющие вещества, оседая, накапливаются и концентрируются на поверхности снежного покрова, а затем попадают в городской грунт с талыми водами. В весенний период избыток веществ может привести к деградации растительного покрова, вплоть до полного его уничтожения. В статье представлены результаты исследования городских территории крупных городов, на примере Санкт-Петербурга, с целью выявления наиболее загрязняемых зон, проанализированы результаты исследования снежного покрова по нескольким показателям. На основании данных и проведенного анализа были разработаны и рекомендованы мероприятия, которые позволят снизить негативное влияние загрязнений снежного покрова на почву и растительность.

Ключевые слова: загрязняющие вещества, снежный покров, воздействие на городскую почву, исследование загрязненности, природоохранные мероприятия.

STUDY OF SNOW COVER POLLUTION IN ST. PETERSBURG

Research article

Galitskova Y.M.^{1,*}¹ ORCID : 0000-0002-0168-8949;¹ Samara State Technical University, Samara, Russian Federation

* Corresponding author (galickova[at]yandex.ru)

Abstract

At present, atmospheric air pollution is one of the main problems of large cities and industrial centres. In winter, pollutants, settling, accumulate and concentrate on the surface of the snow cover, and then get into the urban soil with melt water. In the spring period, the excess of substances can lead to degradation of vegetation cover, up to its complete destruction. The article presents the results of the study of urban areas of large cities, on the example of St. Petersburg, in order to identify the most polluted areas, analysed the results of the study of snow cover on several indicators. On the basis of the data and the analyses carried out, measures have been developed and recommended reducing the negative impact of snow cover pollution on soil and vegetation.

Keywords: pollutants, snow cover, impact on urban soil, pollution study, environmental protection measures.

Введение

Наибольшее негативное воздействие со стороны человека приходится на городские территории и промышленные зоны. Именно здесь сосредоточены наибольшая часть населения и комплексы различных промышленных предприятий, которые негативно воздействуют на все компоненты окружающей среды. Несмотря на используемые очистные сооружения и устройства, попадающие в атмосферный воздух загрязняющие вещества могут превышать нормативные допустимые значения, что приводит к снижению качества городской среды и росту заболеваемости населения. В летний период концентрирующиеся загрязнения на поверхности городской почвы приводят к деградации почвенного покрова, возникновению лимитирующего фактора для отдельных видов растительности, вызывает формирование редкого растительного слоя и, в дальнейшем, его исчезновения. В зимний период накопление загрязнений происходит на поверхности снежного покрова.

Особую опасность представляет поверхностный поток, образующийся в период весеннего снеготаяния. Насыщенные взвешью и мельчайшими твердыми и загрязняющими частицами талые воды в весенний период транспортируют накопленные за всю зиму загрязнения по городским территориям, нередко попадая в близлежащий водоем или проникая в грунтовые воды [8]. Ученые давно заметили, что снежный покров позволяет оценить загрязненность атмосферного воздуха городской среды, что позволит наиболее эффективно разработать природоохранные мероприятия по устранению или предотвращению загрязнения.

Различают несколько типов снежного покрова: временный и продолжительный. Временный снежный покров, формирующийся в период первых выпадений твердых осадков, остается на поверхности от нескольких часов до нескольких дней. Такой снежный покров не успевает накопить достаточное для проведения мониторинга количество загрязняющих веществ. Наиболее информативным является изучение устоявшегося снежного покрова, пролежавшего на поверхности длительный период времени. Такой снег, как правило, со временем меняет цвет с белоснежного на серый или черный.

При проведении исследований следует помнить, что снежный покров имеет слоистую структуру, которая зависит от частоты и обилия выпадающих осадков, количества дошедшей до него солнечной радиации, ветровых воздействий, а также от температурных перепадов. Под влиянием перечисленных факторов также меняется высота и плотность снежного покрова [9], [10], [11], [12].

Экологическая обстановка города влияет в первую очередь на социально-экономические условия жизни населения и экологическую безопасность его жизнедеятельности. На урбанизированных территориях жители, с одной стороны, имеют возможность обеспечить себя всем необходимым и иметь высокий уровень удовлетворения своих потребностей. С другой стороны, являясь центром развития различных производств, их концентрацией на ограниченной территории, урбанизированные территории страдают от антропогенных нагрузок, имеют высокий уровень загрязненности и низкий уровень качества окружающей среды [12], [14], [15], [16].

На территории Санкт-Петербурга основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются тепловые электростанции, нефтеперерабатывающие заводы, а также автомобильный транспорт. Наибольшие загрязнения образуются под действием автотранспорта. От этого источника на поверхность снежного покрова, попадают продукты сгорания топлива, дорожная пыль, горюче-смазочные материалы. По данным метеорологических и мониторинговых служб города Санкт-Петербург [16], [17], [19], [20], в атмосферный воздух города попадает более 600 тыс. тонн загрязняющих веществ ежегодно, из них более 550 тыс. тонн приходится на автотранспорт (более 91%). К началу весеннего периода снежный покров вдоль проезжей части представляет собой смесь загрязняющих веществ и различных противогололедных реагентов, используемых службами благоустройства.

Распространение загрязнений почв зависит от зоны распространения загрязнений в атмосферном воздухе, так как является вторичным загрязнением. На рисунке 1 отражены зоны наибольшего загрязнения атмосферного воздуха по данным [18], [19], [20], [21]. Можно предположить, что загрязненность грунта будет выше в местах влияния атмосферных загрязняющих веществ, осевших на грунт или выпавших вместе с атмосферными осадками.

Особенностью почв города Санкт-Петербурга является неоднородность грунта, что связано с историческими особенностями возникновения разных регионов. Исследование грунта [19], [20], [21] показывает превышение санитарных норм в 4–10 раз чаще, чем в других регионах страны. Для таких загрязненных участков необходимо особенно тщательно проводить исследования и разрабатывать различные мероприятия для минимизации загрязненности.

Еще одно особенностью города является близкое залегание грунтовых вод, которые нередко в весенний период и период обильных дождей выходят на поверхность. В результате чего накопленные на поверхности грунта загрязнения напрямую попадают с поверхностными водами в реку Нева, которая является основным источником питьевой воды для населения, и в грунтовые воды.

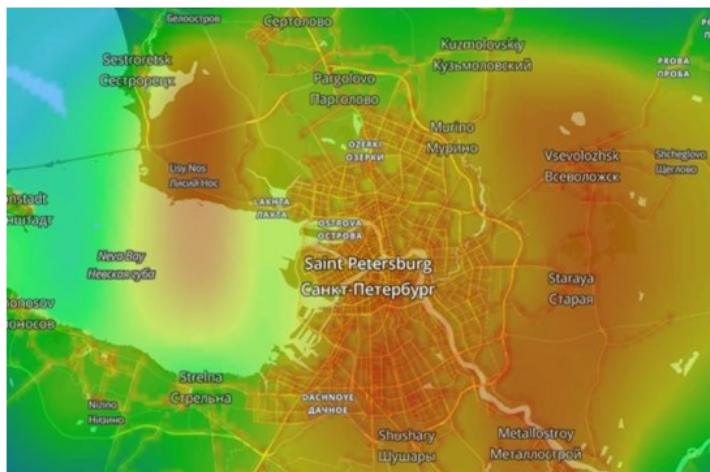


Рисунок 1 - Карта воздействия неблагоприятных экологических факторов на территории города Санкт-Петербурга
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.155.34.1>

Примечание: по ист. [19], [20], [21]

Методы и принципы исследования

Исследования загрязненности снежного покрова города Санкт-Петербург проводились в 2021–2023 годах. Исследования проводились в два этапа. Первый этап — изучение экологической обстановки города и особенностей компонентов окружающей среды. На основании выполненного анализа и с учетом рекомендаций [22] был проведен выбор точек отбора проб снежного покрова. В места дальнейшего исследования загрязненности снежного покрова проводился анализ гранулометрического состава грунта [23], [24]. Отбор грунта проводился в летний период до проведения основных исследований. Отбор проб осуществлялся методом «конверта» [25], далее грунт просеивался

через набор сит для выявления наиболее мелких частиц грунта, которые являются самыми легкими и могут в первую очередь стать вторичным загрязнителем для снежных масс.

Второй этап включал в себя исследование проб по основным показателям.

Согласно методике [22], отбор снега производился в период максимального накопления влаги до периода интенсивного снеготаяния, то есть в конце февраля — начале марта. Участки в выбранных местах отбора выбирались с нетронутым снежным покровом с учетом направлений господствующих ветров.

Для исследований были выбраны следующие участки.

В качестве 1 места отбора проб был выбран наиболее «частый», по мнению автора, участок — центральная часть лесопарковой зоны (парк «Таврический сад») (рис. 2). Здесь, предположительно, должно быть наименьшее воздействие со стороны основных источников загрязнения.

Вторым участком исследования загрязненности снежного покрова был выбран участок, расположенный вдоль автомобильной дороги с интенсивным движением (рис. 3) — Невский проспект. Данный участок позволит выявить степень влияния главного источника загрязняющих веществ — автомобильного транспорта.

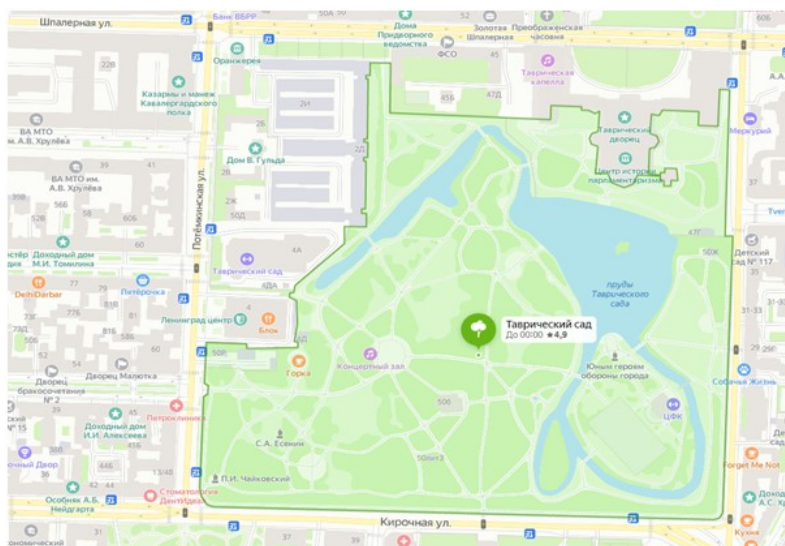


Рисунок 2 - Первый участок исследований снежного покрова г. Санкт-Петербурга – Парк «Таврический сад»
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.155.34.2>

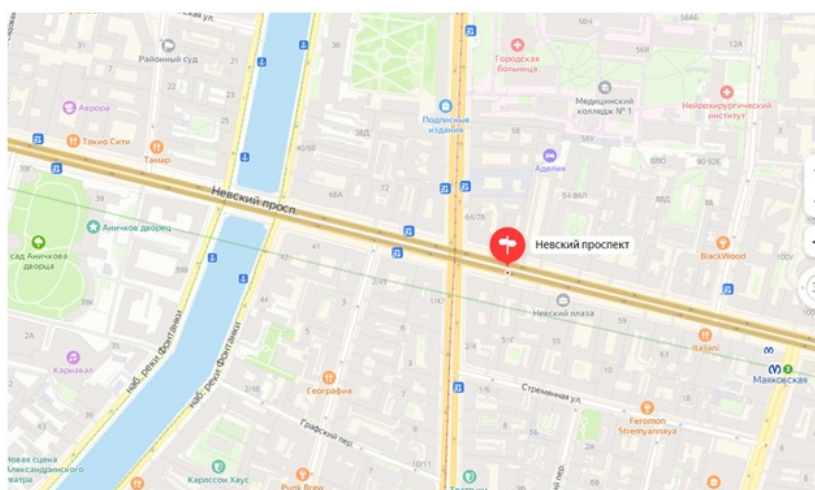


Рисунок 3 - Второй участок исследований снежного покрова г. Санкт-Петербурга – Невский проспект
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.155.34.3>

Третий участок был выбран в непосредственной близости к одному из промышленных предприятий (рис. 4). Одним из таких предприятий на территории города Санкт-Петербурга является ООО «Известковые строительные смеси». Основной вид деятельности данного предприятия — фасовка различных строительных смесей, цемента, а также производство цементно-песчаных смесей и минерального порошка. За год суммарный выброс загрязняющих веществ от этого предприятия составляет более 1100 т/год (твердых более 70 т/год и жидких/газообразных более 1000 т/год) [26]. По данным расчета рассеивания загрязняющих веществ (проекта ПДВ) предприятия превышение допустимых значений на границе санитарно-защитной зоны отсутствует. Однако в непосредственной близости к

предприятию осаждающиеся твердые загрязняющие вещества могут концентрироваться на поверхности грунта и снежного покрова и привести к превышению допустимых нормативных значений для почв.

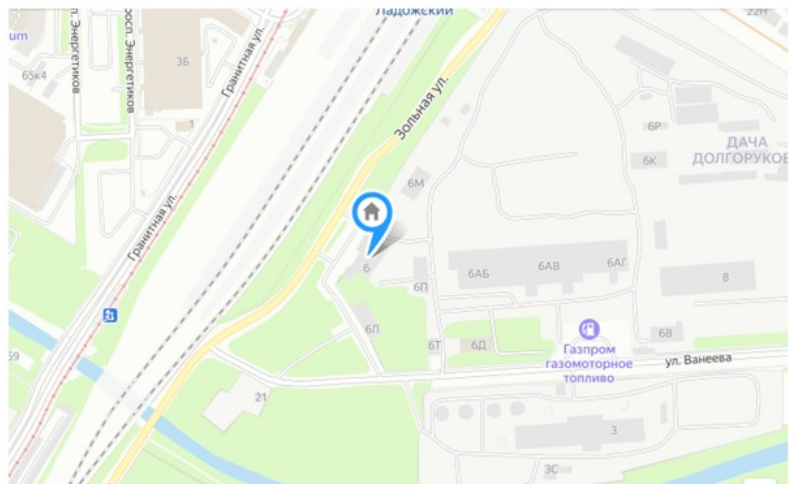


Рисунок 4 - Третий участок исследований снежного покрова г. Санкт-Петербурга – ООО «Известковые строительные смеси»

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.155.34.4>

Четвертый участок исследования — территория Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета (рис. 5). Территория кампусов вуза ранее была исследования с целью определения загрязненности грунта [27] и выявлено превышение содержания тяжелых металлов во всех исследованных пробах грунта. Исследование загрязненности снежного покрова здесь позволит выявить антропогенную нагрузку на почвы, приходящуюся на холодный период года.

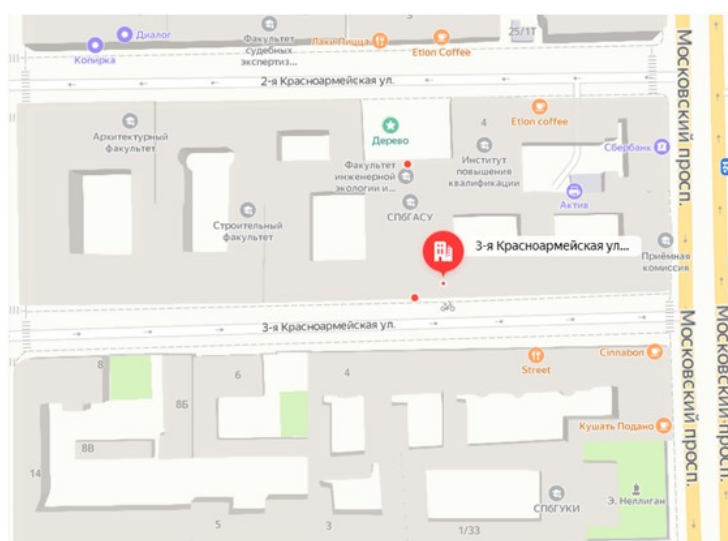


Рисунок 5 - Четвертый участок исследований снежного покрова г. Санкт-Петербурга – кампус СПбАСУ

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.155.34.5>

Отобранные пробы снежного покрова анализировались по прозрачности, цвету, запаху, наличию осадка.

В соответствии с методикой проведения исследований для определения прозрачности пробы снежной массы подвергали оттаиванию, затем необходимое для исследований количество талой воды помещали в прозрачную емкость. Через талую воду просматривали печатный текст, набранный жирным шрифтом кегль № 14. Перед замером воду обязательно подвергали взбалтыванию. О прозрачности судили по количеству взвешенных частиц органического и неорганического происхождения.

Цветность также определялась для талого образца пробы путем сравнения цвета жидкости на фоне белого листа бумаги. Как прозрачность, так и цветность образцов сравнивались с контрольным образцом — чистой питьевой водой, которая принималась за эталонный вариант.

Для определения присутствия/отсутствия запаха от пробы снежной массы талую воду помещали в чистый флакон с широким горлышком. Объем жидкости должен был составлять 2/3 объема емкости, затем накрывали емкость

стеклом и аккуратно перемешивали. После чего, сдвигали стекло с поверхности емкости и определяли присутствие и интенсивность (по пятибалльной шкале) запаха талой воды.

Последним этапом исследований было фильтрование талой воды через бумажный фильтр и определения наличия примесей (рис.6).



Рисунок 6 - Вид талой снежной массы взятой в разных точках города Санкт-Петербурга:

а - 1 точка отбора; б - 2 точка отбора; в - 3 точка отбора; г - 4 точка отбора

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.155.34.6>

В каждом месте исследований были отобраны несколько проб снежной массы в указанный временной промежуток. Полученные результаты по усредненным показателям представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Осредненные результаты исследования проб снежной массы

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.155.34.7>

Показатель	1 точка отбора	2 точка отбора	3 точка отбора	4 точка отбора
Прозрачность	Слегка мутная	Сильно мутная	Сильно мутная	Слегка мутная
Цвет	Бесцветная	Светло-коричневая	Серо-коричневая	Бесцветная
Запах	1	3	5	2
Остаток на фильтре	-	+	+	+

Основные результаты

Усредненные результаты исследования гранулометрического состава грунта по одному из выбранных мест отбора проб представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Осредненные результаты исследования проб грунта в точке 1

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.155.34.8>

№	Номер сита	Масса, г			Процентное соотношение, %		
		Обр.1	Обр.2	Обр.3	Обр.1	Обр.2	Обр.3
1	3,2	5,9	22,7	5,27	0,70	3,65	0,46
2	2,5	3,8	25,5	2,82	0,46	4,25	0,25
3	1,25	11	85,73	34,83	1,32	14,29	3,04
4	0,63	22,53	122,4	150,28	2,70	20,40	13,10
5	0,315	116,91	236,14	486,47	14,03	39,36	42,40
6	0,16	564,85	125,9	457,60	67,80	20,99	39,89
7	дно	114	4,21	15,23	13,68	0,70	1,33
Общая масса	-	838,99	622,58	1152,5	100	100	100
Модуль крупности	-	1,12	2,39	1,77	-		

По полученным данным можно сделать вывод о присутствии наименьшего количества частиц пыли и глины в образцах грунта в лесо-парковой зоне (от 0,59% до 2,04%). Наибольшее количество мелко дисперсных частиц было обнаружено вдоль автомобильных дорог (от 3,25%–8%).

Полученные результаты исследования проб снежного покрова подтвердили предположения о том, что снежный покров парковой зоны оказался наиболее чистым из всех исследованных. Запах данного образца был слабо различим, у некоторых проб этого места исследований запах совсем отсутствовал. На бумажном фильтре в большинстве проб отмечалось наличие небольшого количества осадка.

Пробы, отобранные во второй точке отбора (около автомобильной дороги), как и предполагалось, показали себя сильно загрязненными. В этих пробах отмечается цветность талой воды и повышенная мутность. При фильтровании на бумажном фильтре эти талые воды оставили загрязнения, а также мелко и крупнодисперсный песок. Такой осадок характерен при попадании загрязнений с дорожной части. Ощутимый запах можно объяснить попаданием на снежный покров вместе с твердыми частицами горюче-смазочных материалов.

Самыми сильно загрязненными пробами снежного покрова оказались пробы, отобранные около промышленного предприятия. Как и предполагалось, наибольший вклад в загрязнение снега внесли выбросы предприятия в виде осаждающихся твердых частиц. Талая вода данных образцов имела грязный оттенок, а на бумажном фильтре остались не только частицы песка, но и характерные для выбросов предприятия частицы пыли — доломита. Талая вода отличается от остальных образцов ярко выраженным полимерным запахом.

Обсуждение

Ранее отмечалось, что грунты на территории университета (четвертое место исследований) характеризовались как сильнозагрязненные. Однако, исследование снежного покрова показали, что загрязнение данной территории на протяжении зимнего периода незначительно по сравнению с 2 и 3 точками отбора проб. Талые воды от снежной массы, взятой на приуниверситетской территории, показали отсутствие цветности и мутности. Они имели слабо различимый запах, на бумажном фильтре после фильтрования осталось небольшое количество мелкодисперсного песка. Следовательно, привнесение загрязнений в грунты с талыми водами не оказывает сильного воздействия.

Осадки, выпадающие за зимний период, как правило, служат одним из главных источников питания грунтовых вод. Величина инфильтрационных талых вод зависит в первую очередь от геологического строения грунтов, рельефа местности, высоты местности относительно балтийской отметки, а также от водопроницаемости почвы и глубины залегания грунтовых вод. Передвижение осадков в толще грунта происходит до тех пор, пока они не достигнут горизонта грунтовых вод. Над водоносным слоем формируется капиллярная кайма, которая зависит от рыхлости пород и наличия глинистых частиц. Для Санкт-Петербурга средняя глубина залегания грунтовых вод составляет 2,5 метра. В рамках исследований были определены характеристики грунта для выявления глубины проникновения талой загрязненной воды в грунтовые воды. Исследование грунта и определение содержания в нем пылевых и глинистых частиц проводилось в соответствии с [25]. Отбор грунта проводился из верхнего горизонта до 20–30 см. Результаты исследования показали, что величина мелкодисперсных пылевых и глинистых частиц в грунте не превышает 2%.

При гидрологическом и геологическом анализе территории следует учесть, что грунтовые воды способны достигать поверхности, поднимаясь по грунтовым капиллярам под давлением, за счет чего может происходить повышение уровня залегания слоя повышенной влажности. Такое формирование высокой капиллярной бахромы свойственно при глубине залегания грунтовых вод от 3 до 10 м от поверхности земли и при значительном количестве пылевых и глинистых пород. При этом повышается вероятность проникновения загрязненных веществ из талых вод к грунтовым водам и распространения их по территории вплоть до водных объектов.

Однако на проанализированной территории Санкт-Петербурга, несмотря на относительно высокое залегание грунтовых вод, водонасыщенность почв не позволяет проникнуть к ним и распространиться загрязненным водам, что формирует накопление основной массы загрязнений на поверхности.

Заключение

Исходя из вышесказанного, для снижения загрязненности грунтов талыми водами снежного покрова можно предложить следующие пути решения:

1. Регулярно обеспечить своевременный вывоз загрязненной снежной массы с городской территории за ее пределы. Не позволять длительное складирование снега, особенно в пониженных участках рельефа, в период потепления.

2. Для предотвращения миграции загрязнений с талой водой предлагается создать защитный барьер из минеральных или органических сорбентов, которые обладают высокими водоудерживающими свойствами. В качестве таких сорбентов можно применять доломиты, измельченную кору, растительную биомассу и другие. Сорбенты смешиваются с верхним слоем грунта и могут составлять до 33% от ее массы.

3. Так как основным источником загрязнения является автотранспорт, необходимо контролировать соблюдение стандартов для транспортных средств, а также усилить развитие сетей общественного транспорта.

Также рекомендуется обратить внимание на используемые реагенты для льда. Следует учитывать не только их эффективность воздействия на снег и лед, но и последующее влияние на окружающую городскую среду.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Раткин Н.Е. Влияние природных локальных факторов на загрязнение снежного покрова (на примере Печенгского района). / Н.Е. Раткин, В.Э. Асминг, В.В. Кошкин // Вестник МГТУ. — 1998. — № 3. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-prirodnih-lokalnyh-faktorov-na-zagryaznenie-snezhnogo-pokrova-na-primere-pechenskogo-rayona> (дата обращения: 26.01.25).
2. Коковкин В.В. Исследование районов высокого аэрозольного загрязнения снежного покрова в г. Новосибирске. / В.В. Коковкин, В.Ф. Рапута, С.В. Морозов и др. // Интерэкспо Гео-Сибирь. — 2011. — № 4-2. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-rayonov-vysokogo-aerozolnogo-zagryazneniya-snezhnogo-pokrova-v-g-novosibirske> (дата обращения: 26.01.25).
3. Астафьева Н.С. Тенденции «зеленого» строительства в мире и современной России. / Н.С. Астафьева, И.В. Лагута, Е.Е. Кукарина и др. // Градостроительство и архитектура. — 2019. — № 4(37). — С. 109–117. — DOI: 10.17673/Vestnik.2019.04.16
4. Гвоздовский В.И. Экологические проблемы крупного города. Средства и методы решения. / В.И. Гвоздовский, М.М. Князева, А.И. Сизова // Градостроительство и архитектура. — 2017. — № 3 (28). — С. 63–67. — DOI: 10.17673/Vestnik.2017.03.11
5. Брюхань Ф.Ф. Идентификация зон техногенного загрязнения ландшафтов выбросами промышленных предприятий по данным спутниковых снимков снежного покрова. / Ф.Ф. Брюхань // Вестник БГТУ имени В. Г. Шухова. — 2012. — № 4. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/identifikatsiya-zon-tehnogennogo-zagryazneniya-landshaftov-vybrosami-promyshlennyh-predpriyatiy-po-dannym-sputnikovyh-snimkov> (дата обращения: 26.01.25).
6. Михалев М.В. Учет стратиграфии снежного покрова при анализе пространственного распределения загрязнителей, аккумулятированных в снеге (Южно-Сахалинск). / М.В. Михалев, В.А. Лобкина // Вестник ДВО РАН. — 2020. — № 5 (213). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/uchet-stratigrafii-snezhnogo-pokrova-pri-analize-prostranstvennogo-raspredeleniya-zagryazniteley-akkumulirovannyh-v-snege-yuzhno> (дата обращения: 26.01.25).
7. Даунов Б.Я. Возможность оценки состояния атмосферы по характеристикам загрязнения снега и почвы. / Б.Я. Даунов, А.А. Гапеев // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. — 2018. — № 9. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnost-otsenki-sostoyaniya-atmosfery-po-harakteristikam-zagryazneniya-snega-i-pochvy> (дата обращения: 26.01.25).
8. Курмазова Н.А. Снег как индикатор загрязнения атмосферного воздуха. / Н.А. Курмазова // Технические науки — от теории к практике. — 2012. — № 12. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sneg-kak-indikator-zagryazneniya-atmosfernogo-vozduha> (дата обращения: 26.01.25).
9. Прожорина Т.И. Оценка загрязнения атмосферного воздуха г. Воронежа по состоянию снежного покрова. / Т.И. Прожорина, Н.И. Якунина // Астраханский вестник экологического образования. — 2014. — № 1 (27). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-zagryazneniya-atmosfernogo-vozduha-g-voronezha-po-sostoyaniyu-snezhnogo-pokrova> (дата обращения: 26.01.25).
10. Сергеева А.Г. Снежный покров как индикатор состояния атмосферного воздуха в системе санитарно-экологического мониторинга. / А.Г. Сергеева, Н.Г. Куимова // Бюллетень физ. и пат. дых. — 2011. — № 40. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/snezhnyy-pokrov-kak-indikator-sostoyaniya-atmosfernogo-vozduha-v-sisteme-sanitarno-ekologicheskogo-monitoringa> (дата обращения: 26.01.25).
11. Прожорина Т.И. Оценка техногенного воздействия на городскую среду по загрязненности снежного покрова. / Т.И. Прожорина, С.А. Куролап, Н.И. Якунина // Строймного. — 2016. — № 2 (3). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-tehnogennogo-vozdeystviya-na-gorodskuyu-sredu-po-zagryaznennosti-snezhnogo-pokrova> (дата обращения: 26.01.25).
12. Прожорина Т.И. Аэротехногенный мониторинг состояния городской среды по загрязнению снежного покрова (на примере города Воронежа). / Т.И. Прожорина, Е.В. Беспалова, С.А. Куролап и др. // Природные системы и ресурсы. — 2014. — № 3 (9). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aerotehnogennyy-monitoring-sostoyaniya-gorodskoy-sredy-po-zagryazneniyu-snezhnogo-pokrova-na-primere-goroda-voronezha> (дата обращения: 26.01.25).
13. Шарипова С.Г. Мониторинг загрязнения окружающей среды по физико-химическим характеристикам снега. / С.Г. Шарипова, Г.С. Срмакян, Д.В. Татулян // Молодой ученый. — 2016. — № 9 (113). — С. 64-65. — URL: <https://moluch.ru/archive/113/29006/> (дата обращения: 26.01.25).
14. Роголева Н.О. Оценка загрязненности и биотоксичности снежного покрова парков г. Самары. / Н.О. Роголева // Вестник СамГУ. — 2009. — № 70. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-zagryaznennosti-i-biotoksichnosti-snezhnogo-pokrova-parkov-g-samary> (дата обращения: 26.01.25).
15. Сазонова О.В. Особенности загрязнения снежного покрова в городе Самара. / О.В. Сазонова, О.Н. Исакова, П.А. Сухачев и др. // Известия Самарского научного центра РАН. — 2015. — № 2-2. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-zagryazneniya-snegovogo-pokrova-v-gorode-samara> (дата обращения: 26.01.25).
16. Касимов Н.С. Геохимия снежного покрова в восточном округе Москвы. / Н.С. Касимов, Н.Е. Кошелева, Д.В. Власов и др. // Вестник Московского университета. — 2012. — № 4. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/geohimiya-snezhnogo-pokrova-v-vostochnom-okruge-moskvy> (дата обращения: 26.01.25).
17. Экологическая ситуация в городе. — URL: <https://ekp.spb.ru/capabilities/ecology/city> (дата обращения: 26.01.2025).
18. Территориальная система мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга. — URL: <https://ecopeterburg.ru/2024/01/19/> (дата обращения: 26.01.2025).
19. Экологический портал Санкт-Петербурга. — URL: <https://www.infoeco.ru/index.php?id=53> (дата обращения: 26.01.2025).

20. Портал: Окружающая среда Санкт-Петербурга. — URL: <https://ecopeterburg.ru/category/> (дата обращения: 26.01.2025).
21. Загрязнение воздуха: влияние на здоровье человека. — URL: <https://xn--90aifdm6al.xn--p1ai/blog/zagryaznenie-vozduha-vliyanie-na-zdorove-cheloveka> (дата обращения: 26.01.2025).
22. Маслова Н.В. Определение коэффициента покрова для почвенных поверхностей стока селитебных территорий / Н.В. Маслова, С.А. Анциферов, Л.В. Грызунова // Градостроительство и архитектура. — 2024. — Т. 14. — № 3 (56). — С. 41–48. — DOI: 10.17673/Vestnik.2024.03.05
23. Бухман Н.С. Метод определения пористости и коэффициента фильтрации грунта in situ / Н.С. Бухман, Л.М. Бухман // Градостроительство и архитектура. — 2024. — Т. 14. — №2 (55). — С. 4–8. — DOI: 10.17673/Vestnik.2024.02.01
24. Кутляров Д.Н. Инженерно-геотехнические изыскания и испытания грунтов при строительстве зданий и сооружений / Д.Н. Кутляров, А.Н. Кутляров, Л.Р. Загитова и др. // Градостроительство и архитектура. — 2024. — Т. 14. — № 3 (56). — С. 77–84. — DOI: 10.17673/Vestnik.2024.03.09
25. ГОСТ 17.4.3.01-2017 Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб почвы
26. RD 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения воздуха. Региональное загрязнение воздуха. Мониторинг загрязнения снежного покрова, Руководство по контролю загрязнения воздуха. Отбор проб снежного покрова».
27. Проект нормативов предельно-допустимых выбросов (ПДВ) загрязняющих веществ в атмосферу для ООО «Известковые строительные смеси» по адресу: г. Санкт-Петербург, ул. Ванеева, д. 6. — URL: https://e-ecolog.ru/crc/78.01.05.000.%D0%A2.001228.06.16?ysclid=m7u1wiluyv700733689&utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F (дата обращения: 26.01.2025).

Список литературы на английском языке / References in English

1. Ratkin N.E. Vliyanie prirodnykh lokal'nykh faktorov na zagryaznenie snezhnogo pokrova (na primere Pechengskogo rajona) [The influence of natural local factors on snow cover pollution (on the example of the Pechenga district)]. / N.E. Ratkin, V.E'. Asming, V.V. Koshkin // Bulletin of the Moscow State Technical University. — 1998. — № 3. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-prirodnykh-lokalnykh-faktorov-na-zagryaznenie-snezhnogo-pokrova-na-primere-pechenskogo-rayona> (accessed: 26.01.25). [in Russian]
2. Kokovkin V.V. Issledovanie rajonov vy'sokogo aerol'nogo zagryazneniya snezhnogo pokrova v g. Novosibirsk [Investigation of areas of high aerosol pollution of snow cover in Novosibirsk]. / V.V. Kokovkin, V.F. Raputa, S.V. Morozov et al. // Interexpo Geo-Siberia. — 2011. — № 4-2. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-rayonov-vysokogo-aerol'nogo-zagryazneniya-snezhnogo-pokrova-v-g-novosibirsk> (accessed: 26.01.25). [in Russian]
3. Astafeva N.S. Tendencii «zelenogo» stroitel'stva v mire i sovremennoj Rossii [Trends of "green" construction in the world and modern Russia]. / N.S. Astafeva, I.V. Laguta, E.E. Kukarina et al. // Urban planning and architecture. — 2019. — № 4(37). — P. 109–117. — DOI: 10.17673/Vestnik.2019.04.16 [in Russian]
4. Gvozdevskij V.I. E'kologicheskie problemy' krupnogo goroda. Sredstva i metody' resheniya [Environmental problems of a large city. Means and methods of solution]. / V.I. Gvozdevskij, M.M. Knyazeva, A.I. Sizova // Urban planning and architecture. — 2017. — № 3 (28). — P. 63–67. — DOI: 10.17673/Vestnik.2017.03.11 [in Russian]
5. Bryuxan' F.F. Identifikaciya zon texnogennoho zagryazneniya landshaftov vy'brosami promyshlennykh predpriyatij po dannym sputnikovyx snimkov snezhnogo pokrova [Identification of areas of anthropogenic pollution of landscapes by emissions from industrial enterprises based on satellite images of snow cover]. / F.F. Bryuxan' // Bulletin of BSTU named after V. G. Shukhov. — 2012. — № 4. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/identifikatsiya-zon-tehnogennoho-zagryazneniya-landshaftov-vybrosami-promyshlennykh-predpriyatij-po-dannym-sputnikovyx-snimkov> (accessed: 26.01.25). [in Russian]
6. Mixalev M.V. Uchet stratigrafii snezhnogo pokrova pri analize prostranstvennogo raspredeleniya zagryaznitelej, akkumulirovannykh v snege (Yuzhno-Saxalinsk) [Accounting for the stratigraphy of snow cover when analyzing the spatial distribution of pollutants accumulated in snow (Yuzhno-Sakhalinsk)]. / M.V. Mixalev, V.A. Lobkina // Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences. — 2020. — № 5 (213). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/uchet-stratigrafii-snezhnogo-pokrova-pri-analize-prostranstvennogo-raspredeleniya-zagryaznitelej-akkumulirovannykh-v-snege-yuzhno> (accessed: 26.01.25). [in Russian]
7. Daunov B.Ya. Vozmozhnost' ocenki sostoyaniya atmosfery' po xarakteristikam zagryazneniya snega i pochvy' [The ability to assess the state of the atmosphere based on the characteristics of snow and soil pollution]. / B.Ya. Daunov, A.A. Gapeev // Fire safety: problems and prospects. — 2018. — № 9. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnost-otsenki-sostoyaniya-atmosfery-po-harakteristikam-zagryazneniya-snega-i-pochvy> (accessed: 26.01.25). [in Russian]
8. Kurmazova N.A. Sneg kak indikator zagryazneniya atmosfernogo vozduxa [Snow as an indicator of atmospheric air pollution]. / N.A. Kurmazova // Technical Sciences — from theory to practice. — 2012. — № 12. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sneg-kak-indikator-zagryazneniya-atmosfernogo-vozduha> (accessed: 26.01.25). [in Russian]
9. Prozhorina T.I. Ocenka zagryazneniya atmosfernogo vozduxa g. Voronezha po sostoyaniyu snezhnogo pokrova [Assessment of atmospheric air pollution in Voronezh by the state of snow cover]. / T.I. Prozhorina, N.I. Yakunina // Astrakhan Bulletin of Environmental Education. — 2014. — № 1 (27). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-zagryazneniya-atmosfernogo-vozduha-g-voronezha-po-sostoyaniyu-snezhnogo-pokrova> (accessed: 26.01.25). [in Russian]
10. Sergeeva A.G. Snezhnyj pokrov kak indikator sostoyaniya atmosfernogo vozduxa v sisteme sanitarno-ekologicheskogo monitoringa [Snow cover as an indicator of atmospheric air condition in the sanitary and environmental monitoring system]. / A.G. Sergeeva, N.G. Kuimova // Bulletin of Phys. and Pat. of Breathing. — 2011. — № 40. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/snezhnyy-pokrov-kak-indikator-sostoyaniya-atmosfernogo-vozduha-v-sisteme-sanitarno-ekologicheskogo-monitoringa> (accessed: 26.01.25). [in Russian]

11. Prozhorina T.I. Ocenka tekhnogenogo vozdejstviya na gorodskuyu sredu po zagryaznennosti snezhnogo pokrova [Assessment of man-made impact on the urban environment by snow cover pollution]. / T.I. Prozhorina, S.A. Kurolap, N.I. Yakunina // Construction site. — 2016. — № 2 (3). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-tehnogenogo-vozdejstviya-na-gorodskuyu-sредu-po-zagryaznennosti-snezhnogo-pokrova> (accessed: 26.01.25). [in Russian]
12. Prozhorina T.I. Ae'rotekhnogeny'j monitoring sostoyaniya gorodskoj sredi' po zagryazneniyu snezhnogo pokrova (na primere goroda Voronezha) [Aerotechnogenic monitoring of the urban environment by snow cover pollution (using the example of the city of Voronezh)]. / T.I. Prozhorina, E.V. Bepalova, S.A. Kurolap et al. // Natural systems and resources. — 2014. — № 3 (9). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aerotehnogenyy-monitoring-sostoyaniya-gorodskoy-sredi-po-zagryazneniyu-snezhnogo-pokrova-na-primere-goroda-voronezha> (accessed: 26.01.25). [in Russian]
13. Sharipova S.G. Monitoring zagryazneniya okruzhayushhej sredi' po fiziko-khimicheskim xarakteristikam snega [Monitoring of environmental pollution by physico-chemical characteristics of snow]. / S.G. Sharipova, G.S. Srmikyan, D.V. Tatulyan // A young scientist. — 2016. — № 9 (113). — P. 64-65. — URL: <https://moluch.ru/archive/113/29006/> (accessed: 26.01.25). [in Russian]
14. Roguleva N.O. Ocenka zagryaznennosti i biotoksichnosti snezhnogo pokrova parkov g. Samary' [Assessment of pollution and biotoxicity of snow cover in Samara parks]. / N.O. Roguleva // Bulletin of SamSU. — 2009. — № 70. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-zagryaznennosti-i-biotoksichnosti-snezhnogo-pokrova-parkov-g-samary> (accessed: 26.01.25). [in Russian]
15. Sazonova O.V. Osobennosti zagryazneniya snegovogo pokrova v gorode Samara [Features of snow cover pollution in the city of Samara]. / O.V. Sazonova, O.N. Isakova, P.A. Suxachev et al. // Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. — 2015. — № 2-2. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-zagryazneniya-snegovogo-pokrova-v-gorode-samara> (accessed: 26.01.25). [in Russian]
16. Kasimov N.S. Geoximiya snezhnogo pokrova v vostochnom okruge Moskvyy' [Geochemistry of snow cover in the eastern district of Moscow]. / N.S. Kasimov, N.E. Kosheleva, D.V. Vlasov et al. // Bulletin of the Moscow University.. — 2012. — № 4. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/geohimiya-snezhnogo-pokrova-v-vostochnom-okruge-moskvy> (accessed: 26.01.25). [in Russian]
17. Ekologicheskaya situatsiya v gorode [Environmental situation in the city]. — URL: <https://ekp.spb.ru/capabilities/ecology/city> (accessed: 26.01.2025). [in Russian]
18. Territorial'naya sistema monitoringa atmosfernogo vozduha Sankt-Peterburga [Territorial monitoring system of St. Petersburg atmospheric air]. — URL: <https://ecopeterburg.ru/2024/01/19/> (accessed: 26.01.2025). [in Russian]
19. Ekologicheskij portal Sankt-Peterburga [St. Petersburg Environmental Portal]. — URL: <https://www.infoeco.ru/index.php?id=53> (accessed: 26.01.2025). [in Russian]
20. Portal: Okruzhayushchaya sreda Sankt-Peterburga [Portal: The environment of St. Petersburg]. — URL: <https://ecopeterburg.ru/category/> (accessed: 26.01.2025). [in Russian]
21. Zagryaznenie vozduha: vliyanie na zdorov'e cheloveka [Air pollution: impact on human health]. — URL: <https://xn--90aifdm6al.xn--p1ai/blog/zagryaznenie-vozduha-vliyanie-na-zdorove-cheloveka> (accessed: 26.01.2025). [in Russian]
22. Maslova N.V. Opredelenie koeffitsienta pokrova dlya pochvennikh poverkhnostei stoka selitebnikh territorii [Determination of the coefficient of cover for soil runoff surfaces of residential areas] / N.V. Maslova, S.A. Antsiferov, L.V. Grizunova // Gradostroitelstvo i arkhitektura [Urban planning and architecture]. — 2024. — Vol. 14. — № 3 (56). — P. 41–48. — DOI: 10.17673/Vestnik.2024.03.05 [in Russian]
23. Bukhman N.S. Metod opredeleniya poristosti i koeffitsienta filtratsii grunta in situ [Method for determining the porosity and filtration coefficient of soil in situ] / N.S. Bukhman, L.M. Bukhman // Gradostroitelstvo i arkhitektura [Urban planning and architecture]. — 2024. — Vol. 14. — № 2 (55). — P. 4–8. — DOI: 10.17673/Vestnik.2024.02.01 [in Russian]
24. Kutliyarov D.N. Inzhenerno-geotekhnicheskie iziskaniya i ispitaniya gruntov pri stroitelstve zdanii i sooruzhenii [Geotechnical engineering surveys and soil testing during the construction of buildings and structures] / D.N. Kutliyarov, A.N. Kutliyarov, L.R. Zagitova et al. // Gradostroitelstvo i arkhitektura [Urban planning and architecture]. — 2024. — Vol. 14. — № 3 (56). — P. 77–84. — DOI: 10.17673/Vestnik.2024.03.09 [in Russian]
25. GOST 17.4.3.01-2017 Ohrana prirody. Pochvy. Obshchie trebovaniya k otboru prob pochvy [GOST 17.4.3.01-2017 Nature protection. Soils. General requirements for soil sampling]. [in Russian]
26. RD 52.04.186-89 "Rukovodstvo po kontrolyu zagryazneniya vozduha. Regional'noe zagryaznenie vozduha. Monitoring zagryazneniya snezhnogo pokrova, Rukovodstvo po kontrolyu zagryazneniya vozduha. Otkor prob snezhnogo pokrova" [RD 52.04.186-89 "Air Pollution Control Manual. Regional air pollution. Monitoring of snow cover pollution, Guidelines for air pollution control. Snow cover sampling"]. [in Russian]
27. Proekt normativov predel'no-dopustimyh vybrosov (PDV) zagryaznyayushchih veshchestv v atmosferu dlya OOO "Izvestkovye stroitel'nye smesi" po adresu: g. Sankt-Peterburg, ul. Vaneeva, d. 6. [Draft standards for maximum permissible emissions of pollutants into the atmosphere for Lime Building Mixes LLC at the address: St. Petersburg, Vaneeva St., 6]. — URL: https://e-ecolog.ru/crc/78.01.05.000.%D0%A2.001228.06.16?ysclid=m7u1wiluyv700733689&utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F (accessed: 26.01.2025). [in Russian]