

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА



УДК 502.33:504

DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.11

Ю. М. ГАЛИЦКОВА

ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕГА НА ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЯХ НА ПРИМЕРЕ Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

INVESTIGATION OF THE DEGREE OF SNOW POLLUTION
IN URBAN AREAS USING THE EXAMPLE OF ST. PETERSBURG

Снежный покров городских территорий отражает особенности и степень загрязнения атмосферного воздуха, а также уровень урбанизации и интенсивности антропогенной деятельности населения города. В статье представлены результаты исследования загрязнения городских территорий (на примере Санкт-Петербурга). Были проведены натурные и лабораторные исследования загрязненности снежных масс по нескольким показателям: запах, цветность, мутность, наличие осадка. Пробы снежных масс отбирались в различных городских зонах: парковая зона, придорожная территория, территория вблизи предприятия, а также на территории учебного заведения. Для определения глубины возможного проникновения загрязнений в толщу грунта были определены гранулометрические характеристики грунта в зонах исследований. На основании анализа полученных результатов были разработаны и рекомендованы мероприятия, которые позволяют минимизировать негативные последствия загрязнений снежного покрова на городскую почву и растительность.

Ключевые слова: загрязнение атмосферного воздуха, снежный покров, воздействие на грунт, исследование степеней загрязненности, природоохранные мероприятия

Города характеризуются наибольшим негативным воздействием на компоненты окружающей среды. Концентрация населения и промышленности, а также огромное количество транспортных средств негативно воздействуют на атмосферный воздух города, близлежащие водные объекты, грунт, растительный и животный мир. Несмотря на используемые на предприятиях современные очистные сооружения

The snow cover of urban areas reflects the characteristics and degree of atmospheric air pollution, as well as the level of urbanization and intensity of anthropogenic activity of the city's population. The article presents the results of a study of urban pollution (using the example of St. Petersburg). Field and laboratory studies of the contamination of snow masses were carried out according to several indicators: odor, color, turbidity, and the presence of sediment. Samples of snow masses were taken in various urban areas: a park area, a roadside area, an area near an enterprise, as well as on the territory of an educational institution. To determine the depth of possible penetration of pollutants into the soil, the granulometric characteristics of the soil in the study areas were determined. Based on the analysis of the results obtained, various measures have been developed and recommended to minimize the negative effects of snow pollution on urban soil and vegetation.

Keywords: air pollution, snow cover, impact on soil, pollution level study, environmental protection measures

и устройства, в атмосферный воздух попадает большое количество загрязняющих веществ, концентрации которых могут превышать нормативно-допустимые значения. Снижение качества воздушной среды приводит к росту заболеваемости населения. В теплый период года загрязнения концентрируются на поверхности городской почвы, изменяя ее химический состав и становясь лимитирующим фактором

для отдельных видов растительности, который приводит к урежению растительного слоя и в дальнейшем к его полному исчезновению.

Снежный покров представляет собой твердую форму атмосферных осадков. В холодный период года загрязняющие вещества из атмосферного воздуха оседают на поверхности снежного покрова, что делает его хорошим индикатором распространения загрязнений по городской территории. Чем ближе источник загрязнения, тем выше концентрация осевших на снежный покров загрязняющих частиц. За зимний период в снежной массе может сконцентрироваться в несколько раз больше загрязнений, чем в атмосферном воздухе.

С наступлением периода снеготаяния накопленные загрязнения вместе с талыми водами попадают на поверхность грунта. Насыщенные взвешью, мельчайшими твердыми частицами и различными загрязняющими веществами талые воды транспортируют накопленные за всю зиму загрязнения по городским территориям. При наличии поблизости поверхностного водного объекта загрязненные талые воды могут стать источником их загрязнения. Кроме того, под действием потока талых вод загрязнения впитываются в грунт и, при небольшом залегании грунтовых вод, могут достичь и их [1–5].

Таким образом, изучение снежного покрова помогает оценить степень загрязнения атмосферного воздуха городской среды, выявить наиболее загрязненные зоны и эффективно разработать природоохранные мероприятия по устранению или предотвращению вторичного загрязнения окружающей среды.

Различают два типа снежного покрова: временный и продолжительный. Под временным снежным покровом подразумевают свежевыпавшие твердые осадки, которые остаются на поверхности от нескольких часов до нескольких дней. Такие снежные покровы не успевают накопить в себе загрязняющие вещества и не оказывают негативного воздействия на грунт, поэтому для проведения мониторинга степени загрязнения атмосферного воздуха и распространения загрязнений по городской территории временный снежный покров не используется.

Наиболее информативным является исследование постоянного снежного покрова, продолжительность залегания которого в зависимости от климатических особенностей региона составляет от 130 до 280 дней в году. За этот период снег успевает пройти несколько периодов подтаивания и повторного накопления (выпадение осадков), изменить свои физические характеристики (плотность, структуру), а также химический состав, сконцентрировав загрязняющие вещества, оседающие из атмосферного

воздуха. К завершению зимнего периода такой снег меняет цвет с белоснежного на серый, черный и т. д. в зависимости от осевших примесей.

Так как на протяжении зимнего периода происходит колебание температуры атмосферного воздуха, то сформированные снежные массы приобретают слоистую структуру: чередование слоев разного окраса, плотности и других параметров. На мощность каждого слоя влияет обильность и частота выпадающих осадков, а также количество солнечной радиации, дошедшей до снежного покрова, и воздействие ветровых потоков [6, 7].

В зависимости от воздействия внешних факторов и экологической обстановки города в снежных массах могут накопиться тяжелые металлы, различные органические соединения, нефтепродукты, продукты горения топлива, пыль и др. Наибольшее загрязняющее воздействие оказывают котельные установки, промышленные предприятия и автотранспорт.

Городская экологическая обстановка влияет на социально-экономические условия жизни населения, а также на экологическую безопасность его жизнедеятельности: загрязненный воздух в 80 % случаев становится причиной легочных заболеваний жителей крупных городов, загрязнение водных ресурсов приводит к загрязнению почв и изменению водного баланса территории, загрязненные земли теряют свои свойства и тормозят развитие растительности на городских территориях [7, 8].

Урбанизированные территории, являясь местом сосредоточения различных производств, высокого уровня комфорта и т. д., в то же время становятся центром концентрации антропогенных нагрузок на ограниченной площади. Именно на таких территориях отмечается высокий уровень загрязнения и низкий уровень качества окружающей среды [5, 8, 9].

Одним из высокоразвитых промышленных центров является Санкт-Петербург. На его территории располагается более 750 промышленных предприятий, занимающихся всеми видами деятельности: машиностроение, электрооборудование, пищевая и легкая промышленность, электроэнергетика, тепловые электростанции, нефтеперерабатывающие заводы и др. Развитие производств позволяет создавать новые рабочие места, способствует экономическому развитию региона, повышению качества жизни населения. Однако концентрация предприятий сопровождается возрастанием экологических проблем. По данным метеорологических и мониторинговых служб Санкт-Петербурга [10–12] в атмосферный воздух города попадает более 600 тыс. т загрязняющих веществ ежегодно, из них более 550 тыс. т приходится на автотранспорт (более

91 %). К предприятиям, вносящим наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха города, можно отнести:

- АООТ «Красный треугольник» (основное загрязняющее вещество – летучие соединения);
- «Невская косметика», АБЗ «Магистраль», «Лензавод художественного стекла», СП «АСГ-Металл» (основные загрязнители – углерод, свинец, оксид алюминия, соединения хрома, кобальта и никеля);
- асфальтобетонные заводы, производства ракетных комплексов, завод художественных красок и другие производства, расположенные в нескольких промзонах Санкт-Петербурга.

Также на территории Санкт-Петербурга существует развитая автотранспортная сеть, которая ежегодно расширяется. По данным [10–12] за последнее десятилетие вклад автомобильного транспорта в загрязнение атмосферного воздуха на городской территории увеличился до 85 % [13]. Основными загрязняющими веществами от автотранспорта являются продукты сгорания топлива, дорожная пыль, горючесмазочные материалы, которые распространяются по прилегающей к дорогам территории и оседают на грунт, а в зимний период – на поверхность снежного покрова. К наступлению весеннего периода вдоль проезжей части снежный покров превращается в смесь снега, загрязняющих веществ и различных противогололедных реагентов, которые используются городскими службами благоустройства.

Территория распространения загрязняющих веществ по поверхности грунта зависит от зоны распространения этих загрязнений в приземном атмосферном воздухе, так как является вторичным загрязнением. Зоны наибольшего загрязнения атмосферного воздуха Санкт-Петербурга и прилегающих территорий приведены на рис. 1. Территории с наибольшим загрязнением атмосферного воздуха на рисунке отмечены красным цветом. Следовательно, на этих же территориях оседающие загрязняющие вещества или подхваченные во время выпадения осадков загрязнения в большем количестве будут накапливаться на поверхности грунта.

Следует учесть, что почвы города отличаются своей неоднородностью, что в первую очередь связано с историческими особенностями возникновения разных участков города и региона. Это отражается на величине фонового загрязнения грунта. Результаты исследований грунта на территории города [10–12] показывают 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 одной особенностью городской территории является близкое залегание грунтовых вод, которые в весенний период, а также в период выпадения обильных дождей выходят на поверхность. В результате этого накопленные на поверхности грунта загрязнения могут попасть с поверхностными водами в реку Неву, которая является основным источником питьевой воды для населения, и в грунтовые воды, которые также используются для питьевого и технического водоснабжения города.

В рамках проведения научно-исследовательских работ в 2021–2023 годах определялась загрязненность снежного покрова в разных зонах на территории Санкт-Петербурга. Исследования проводились в два этапа. Первый этап включал подробное изучение экологической обстановки города и особенностей функционирования компонентов окружающей среды. На основании проведенного анализа качества среды и расположения основных источников загрязнения с учетом рекомендаций [14] были определены места точек отбора проб снежного покрова. В местах дальнейшего исследования загрязненности снежного покрова сначала проводили анализ гранулометрического состава грунта. Отбор грунта проводился в летний период при благоприятных климатических условиях. Отбор проб грунта осуществлялся методом «конверта» в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-2017, далее в лицензированной лаборатории грунт просеивался через набор стандартных сит для выявления наиболее мелких частиц грунта (менее 2 мм). Эти частицы из-за своей легкости могут подниматься порывами ветра или при движении автотранспорта водными потоками и растаявшим снегом и стать вторичным загрязнителем для снежных масс на обочине.

Второй этап работы заключался в исследовании в выбранных местах городской территории проб снежной массы по основным показателям. Согласно методике [14], отбор проб снега производился в период максимального накопления влаги до периода интенсивного снеготаяния, т. е. в конце февраля – начале марта. Участки в зонах отбора выбирались с нетронутым снеговым покровом с учетом направлений господствующих ветров.

Для исследований были выбраны следующие участки.

В качестве первого места отбора проб снега был выбран наиболее «чистый», по мнению автора, участок – центральная часть лесопарковой зоны (*парк «Таврический сад»*) (рис. 2). Таврический сад относится к объектам культурного наследия и является «легкими» Центрального района города [15], однако из-за постоянного транспортного потока и расположения таких

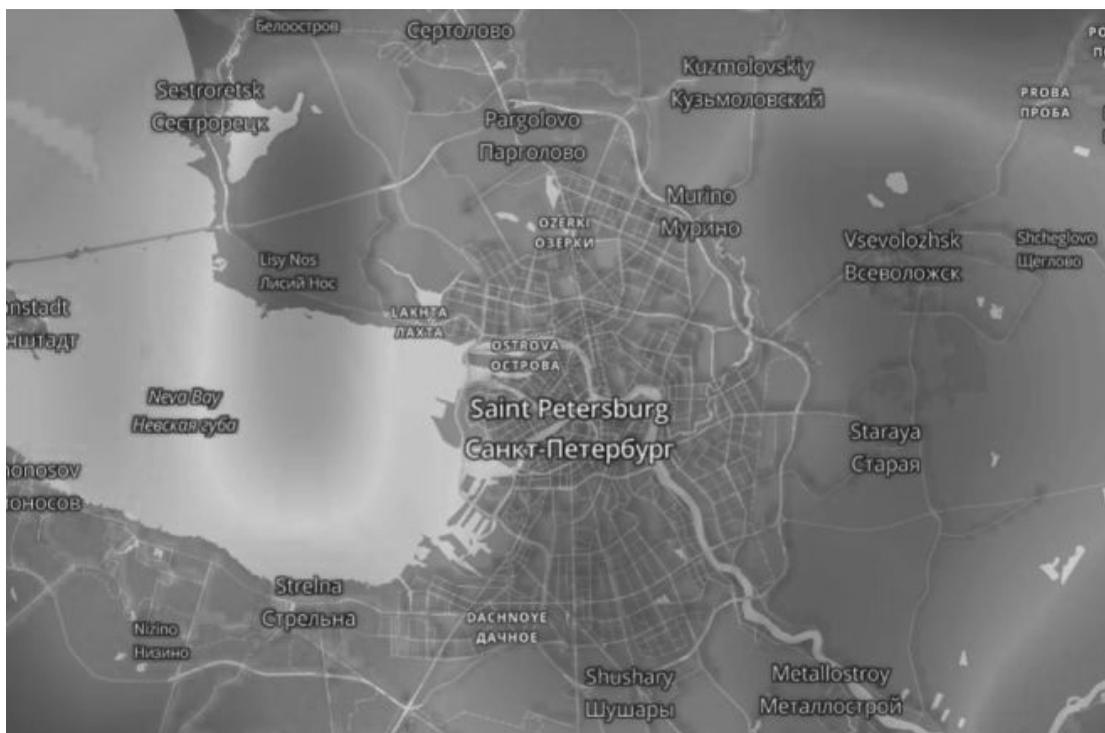


Рис. 1. Карта воздействия неблагоприятных экологических факторов на территории Санкт-Петербурга [10–12]
 Fig. 1. Environmental impact map in St. Petersburg [10–12]

предприятий, как Завод железобетонных конструкций, Петербургский абразивный завод «Ильич» и др., загрязненность атмосферного воздуха на данной территории характеризуется как удовлетворительная только благодаря обилию зеленых насаждений. В Центральном районе располагается Летний сад, Марсово поле, Таврический, Адмиралтейский и Михайловский сады. Здесь, предположительно, благодаря обилию зеленых насаждений и их очищающей способности должно быть наименьшее воздействие на грунт со стороны основных антропогенных источников загрязнения.

Вторым участком исследования загрязненности снежного покрова был выбран участок, расположенный вдоль автомобильной дороги с интенсивным движением (рис. 3) – **Невский проспект**. Невский проспект – самая оживленная часть города, в атмосферном воздухе которой наблюдается превышение предельно допустимых концентраций монооксида и диоксида, что объясняется близким расположением крупных автомагистралей. Данный участок выбран с целью выявления степени влияния главного источника загрязняющих веществ – автомобильного транспорта.

Третий участок был выбран в непосредственной близости к одному из промышленных предприятий (рис. 4). Одним из таких предпри-

ятий на территории города является **ООО «Известковые строительные смеси»**. Основной вид деятельности данного предприятия – производство и 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 (в том числе твердых загрязняющих веществ более 70 т/год и жидких/газообразных более 1000 т/год) [16]. По данным расчета рассеивания загрязняющих веществ (проекта ПДВ) предприятия превышение допустимых значений на границе санитарно-защитной зоны и в зоне жилой застройки отсутствует. Однако в непосредственной близости к предприятию осаждающиеся твердые загрязняющие вещества, такие как неорганическая пыль и сажа, могут концентрироваться на поверхности грунта и снежного покрова и привести к превышению допустимых нормативных значений для почв.

Четвертый участок исследования – территория **Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета**, одного из образовательных учреждений города (рис. 5). Рядом с университетом проходит оживленная автомобильная дорога – Московский проспект. Для снижения влияния автотранспорта на результаты исследования загрязнен-

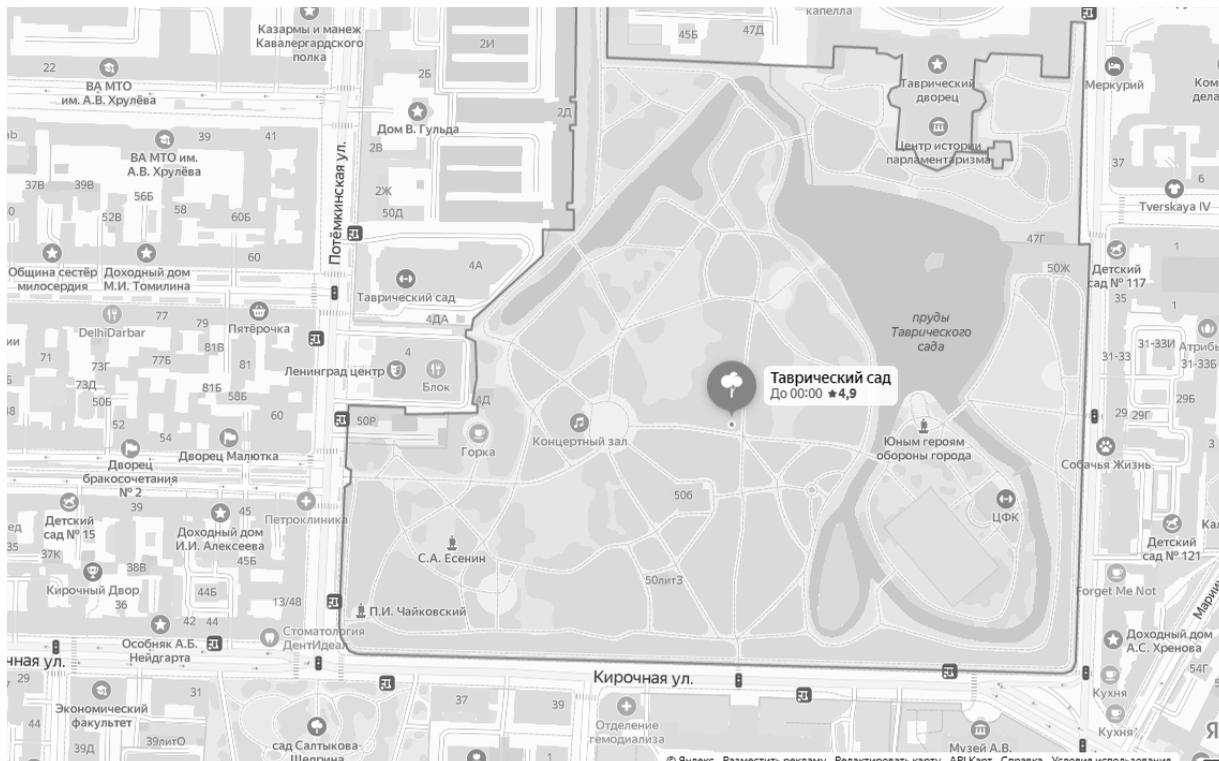


Рис. 2. Первый участок исследований снежного покрова Санкт-Петербурга – парк «Таврический сад»
 Fig. 2. First Snow Survey Area St. Petersburg – Tavricheskiy Sad Park



Рис. 3. Второй участок исследований снежного покрова Санкт-Петербурга – Nevsky Prospekt
 Fig. 3. Second section of snow cover studies in St. Petersburg – Nevsky Prospekt

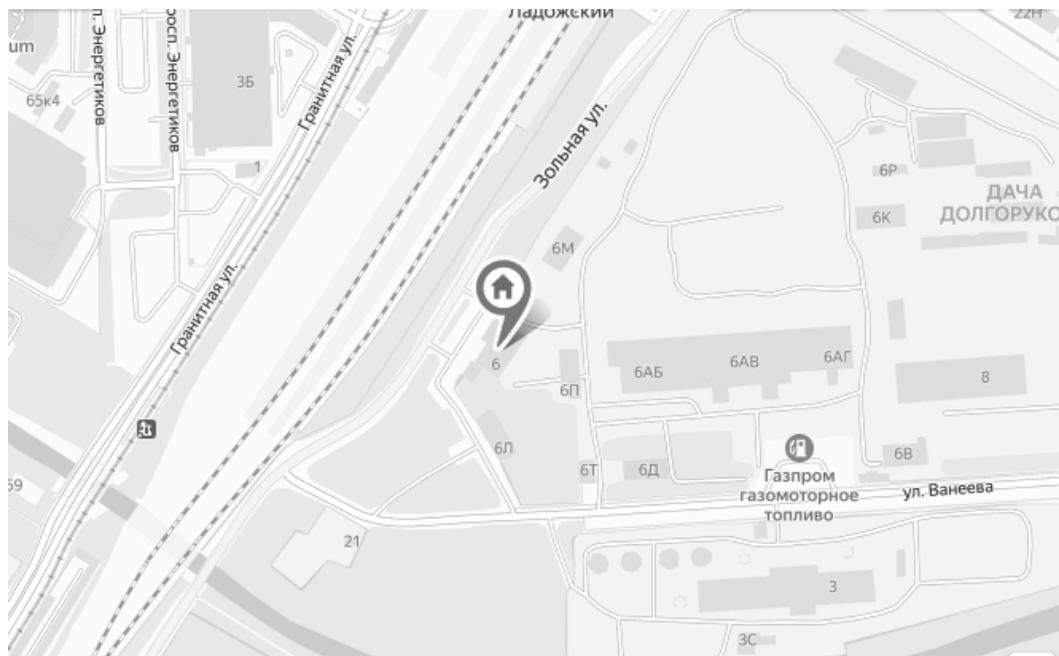


Рис. 4. Третий участок исследований снежного покрова Санкт-Петербурга – ООО «Известковые строительные смеси»
 Fig. 4. Third Snow Survey Area St. Petersburg – Lime Building Mixtures LLC

ности грунта пробы отбирались на удаленном от дороги участке вузовской территории.

Территория кампусов вуза ранее уже была исследована с целью определения загрязненности верхних слоев грунта, и было выявлено превышение содержания тяжелых металлов во всех отобранных пробах грунта. Исследование загрязненности снежного покрова здесь позволит выявить долю антропогенной нагрузки на почвы, приходящуюся на холодный период года.

В исследуемых участках было отобрано несколько проб снежной массы. Далее отобранные пробы снежного покрова анализировались по прозрачности, цвету, запаху, наличию осадка.

В соответствии с методикой проведения исследований для определения прозрачности пробы снежной массы сначала отстаивали до полного застывания снежную массу, затем необходимое для исследований количество талой воды помещали в прозрачную стеклянную емкость диаметром 3 см и высотой 30 см. Перед замером воду обязательно подвергали взбалтыванию. Далее через талую воду просматривали печатный текст, набранный жирным шрифтом кеглем № 14 на белом листе бумаги. Для контроля проводились аналогичные исследования с дистиллированной водой. О прозрачности судили по количеству взвешенных частиц органического и неорганического происхождения.

Для определения цветности проб снежной массы также использовался визуальный метод.

Цветность определялась для талого образца пробы путем сравнения цвета жидкости на фоне белого листа бумаги. Цветность образцов сравнивалась 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 этого сдвигали стекло с поверхности емкости и определяли присутствие и интенсивность (по пятибалльной шкале, где 0 баллов – нет запаха, 5 баллов – очень сильный запах) запаха талой воды.

Последним этапом исследований было фильтрование талой воды через бумажный фильтр и определение наличия примесей. По мере проведения исследований талой воды ее сливали через фильтр в стакан, при этом следили, чтобы воронка по высоте была заполнена не более чем на 3/4 высоты, т. е. избегали перелива. После окончания фильтрования фильтры высушивались и анализировались на загрязненность.

Полученные результаты по осредненным показателям представлены в табл. 1.

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

По полученным данным можно сделать вывод о присутствии наименьшего количества

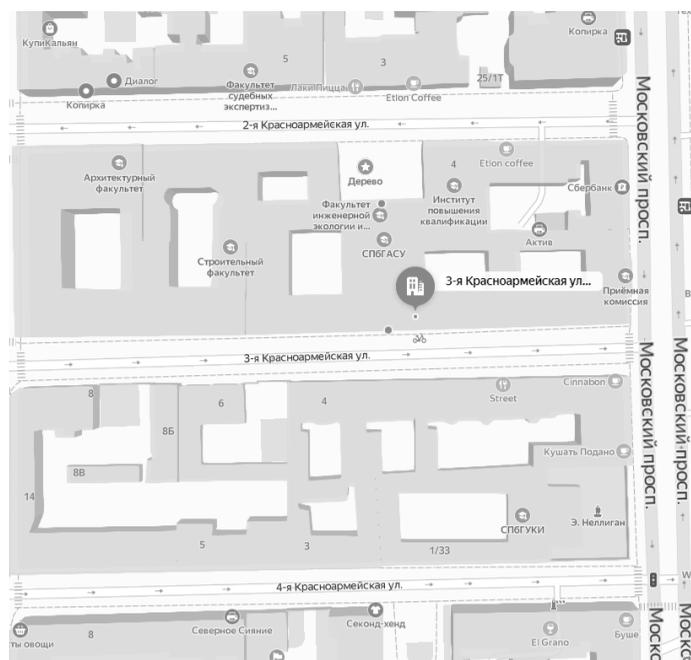


Рис. 5. Четвертый участок исследований снежного покрова Санкт-Петербурга – кампус СПбАСУ
Fig. 5. Fourth Snow Survey Site St. Petersburg – SPbASU campus

частиц пыли и глины в образцах грунта в лесопарковой зоне (от 0,59 до 2,04 %). Наибольшее количество мелкодисперсных частиц было обнаружено вдоль автомобильных дорог (от 3,25 до 8 %).

Полученные результаты подтвердили выдвинутые ранее предположения о том, что пробы снежного покрова, отобранные в парковой зоне, являются наиболее чистыми по сравнению с другими местами исследований:

- запах образца был слабым, еле различимым и даже у некоторых проб этой зоны исследований запах отсутствовал полностью;
- в большинстве проб отмечалось присутствие небольшого количества осадка на бумажном фильтре.

Пробы, отобранные около автомобильной дороги (точка отбора 2), показали себя сильно загрязненными: в пробах отмечалась цветность талой воды и повышенная мутность. На бумажном фильтре эти талые воды оставили загрязнения в виде мелко- и крупнодисперсных фракций песка. Можно предположить, что этот осадок попал в снежные массы в результате механического переноса загрязнений – загрязненными водами с дорожной части. Вместе с пылевыми и грязевыми частицами на снежный покров попадают остатки минеральных масел, горюче-смазочные материалы, что объясняет присутствие осязательного запаха в пробах.

Самыми сильнозагрязненными пробами снежного покрова из всех исследованных тер-

риторий оказались пробы, отобранные в непосредственной близости от промышленного предприятия. Здесь наибольший вклад в загрязнение снежных масс внесли промышленные выбросы предприятия – осаждающиеся твердые частицы, такие как неорганическая пыль и сажа, которые выбрасываются источниками ООО «Известковые строительные смеси». Пробы талой воды данных образцов имели грязный оттенок. При фильтровании на бумажном фильтре остались не только частицы песка, но и характерные для выбросов ближайшего предприятия частицы пыли – доломита. Талая вода этих образцов отличается от остальных ярко выраженным полимерным запахом.

Грунты четвертого места исследований – территория университета – характеризовались как сильнозагрязненные. Однако исследование снежного покрова показали, что загрязнение данной территории на протяжении зимнего периода незначительно по сравнению с зонами отбора проб 2 и 3. Талые воды от снежной массы, взятой на приуниверситетской территории, показали отсутствие цветности и мутности. Они имели слабо различимый запах (более выраженный, чем в лесопарковой зоне), на бумажном фильтре после фильтрования осталось небольшое количество мелкодисперсного песка. Следовательно, привнесение загрязнений, накопленных за зимний период, в грунты с талыми водами не оказывает сильного воздействия на загрязненность грунта.

Таблица 1. Осредненные результаты исследования проб снежной массы
Table 1. Averaged Results of Snow Mass Sampling

Показатель	Лесопарковая зона	Придорожная зона	Зона предприятия	Зона учебного учреждения
Прозрачность	Слегка мутная	Сильно мутная	Сильно мутная	Слегка мутная
Цвет	Бесцветная	Светло-коричневая	Серо-коричневая	Бесцветная
Запах	1	3	5	2
Остаток на фильтре	-	+	+	+

Таблица 2. Осредненные результаты исследования проб грунта в точке отбора 1
Table 2. Averaged results of soil sample study at sampling point 1

Номер сита	Масса, г			Процентное соотношение, %		
	Обр.1	Обр.2	Обр.3	Обр.1	Обр.2	Обр.3
3,2	5,9	22,7	5,27	0,70	3,65	0,46
2,5	3,8	25,5	2,82	0,46	4,25	0,25
1,25	11	85,73	34,83	1,32	14,29	3,04
0,63	22,53	122,4	150,28	2,70	20,40	13,10
0,315	116,91	236,14	486,47	14,03	39,36	42,40
0,16	564,85	125,9	457,60	67,80	20,99	39,89
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	-		

Выпадающие за зимний период осадки в период оттепели, как правило, становятся одним из главных источников питания грунтовых и поверхностных вод. Влага сначала впитывается верхним слоем грунта, параллельно с насыщением происходит постепенная инфильтрация влаги в более глубокие слои. После насыщения верхнего слоя (достижение полной влагоемкости) талые воды транзитом поступают в нижележащие слои. Далее происходит перераспределение влаги в толще грунта.

Количество инфильтрационных талых вод зависит, в первую очередь, от рельефа местности и особенностей геологического строения грунтов, а также от высоты местности относительно балтийской отметки, глубины залегания грунтовых вод и водопроницаемости грунта. При высоком залегании грунтовых вод передвижение осадков (формирующих просачивающиеся воды) в толще грунта происходит до тех пор, пока они не достигнут горизонта грунтовых вод и тогда вертикальное перемещение внутри грунта прекращается.

Над водоносным слоем формируется капиллярная кайма, которая зависит от рыхлости пород и наличия в них глинистых частиц. Для Санкт-Петербурга средняя глубина залегания

грунтовых вод составляет 2–2,5 м. В рамках выполнения первого этапа исследований территории города Санкт-Петербурга были определены характеристики грунта для выявления глубины проникновения талой воды. Исследование грунта и определение содержания в нем пылевых и глинистых частиц выполнялись в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-2017 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб почвы». Отбор грунта проводился в тех же зонах, где впоследствии исследовалась загрязненность снежных масс. Пробы грунта отбирались из верхнего горизонта (мощность до 20-30 см). Результаты проведенных анализов показали, что во всех исследованных зонах городской территории величина мелкодисперсных пылевых и глинистых частиц в грунте не превышает 2 %.

При проведении гидрологического и геологического анализа территории Санкт-Петербурга следует учесть, что грунтовые воды при неглубоком залегании, поднимаясь по грунтовыми капиллярам, способны дойти до поверхности, т. е. может произойти 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). Такое

формирование связи грунтовых вод с поверхностью повышает вероятность проникновения загрязненных веществ из талых вод к грунтовым водам.

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 непосредственно в верхних слоях грунта.

Таким образом, для снижения загрязненности грунтов Санкт-Петербурга талыми водами снежного покрова рекомендуются следующие мероприятия:

1. Необходимо обеспечить регулярный своевременный вывоз снежной массы с территории города за ее пределы с целью предотвращения ее накопления. Тщательно контролировать наличие снежных масс в пониженных участках рельефа, не допускать в этих местах длительное складирование снега, особенно в период потепления.

2. С целью минимизации и предотвращения миграции загрязняющих веществ вместе с талой водой рекомендуется создать защитный барьер из минеральных или органических сорбентов, обладающих высокими водоудерживающими свойствами. В качестве таких сорбентов можно использовать растительную биомассу, доломиты, измельченную кору и др. Сорбенты рекомендуется смешивать с верхним грунтовым слоем (до 33 % от ее массы).

3. Автотранспорт – основной источник загрязнения городской территории. Для минимизации его влияния на грунт необходимо контролировать соблюдение стандартов для транспортных средств в области охраны окружающей среды, а также усилить развитие сетей общественного транспорта (например троллейбусов, трамваев) с целью снижения процента использования личного автотранспорта в черте города.

4. Рекомендуется обратить внимание на используемые коммунальными службами реагенты для борьбы с обледенением дорог и тротуаров. Обращать внимание не только на их эффективность, но и на последующее негативное влияние на окружающую городскую среду.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Астафьева Н.С., Лагута И.В., Кукарина Е.Е., Емельянова Я.О. Тенденции «зеленого» строительства в мире и современной России // Градостроительство и архитектура. 2019. Т. 9, № 4(37). С. 109–117. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.04.16.

2. Гвоздовский В. И., Князева М.М., Сизова А.И. Экологические проблемы крупного города. Средства и мето-

ды решения // Градостроительство и архитектура. 2017. Т. 7, № 3(28). С. 63–67. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.03.11.

3. Даунов Б.Я., Ганеев А.А. Возможность оценки состояния атмосферы по характеристикам загрязнения снега и почвы // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2018. № 9. С. 205–207.

4. Курмазова Н. А. Снег как индикатор загрязнения атмосферного воздуха // Технические науки – от теории к практике. 2012. № 12. С. 87–90.

5. Сергеева А.Г., Куимова Н.Г. Снежный покров как индикатор состояния атмосферного воздуха в системе санитарно-экологического мониторинга // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2011. № 40. С. 100–104.

6. Прожорина Т.И., Куропан С.А., Якунина Н.И. Оценка техногенного воздействия на городскую среду по загрязненности снежного покрова // Строймного. 2016. № 2(3) [Электронный ресурс]. URL: <http://stroymnogo.com/science/tech/otsenkatekhnogennogovozdeystviya/> (дата обращения: 03.04.2025).

7. Шарипова С.Г., Срмикян Г.С., Татулян Д.В. Мониторинг загрязнения окружающей среды по физико-химическим характеристикам снега // Молодой ученый. 2016. Т. 1, № 9(113). С. 64–65.

8. Рогулева Н.О. Оценка загрязненности и биотоксичности снежного покрова парков г. Самары // Вестник СамГУ. 2009. № 4(70). С. 198–206.

9. Касимов Н.С., Кошелева Н.Е., Власов Д.В., Терская Е.В. Геохимия снежного покрова в восточном округе Москвы // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2012. № 4. С. 14–24.

10. Экологическая ситуация в городе [Электронный ресурс]. URL: <https://ekp.spb.ru/capabilities/ecology/city> (дата обращения: 03.04.2025).

11. Территориальная система мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. URL: <https://ecopeterburg.ru/2024/01/19/> (дата обращения: 03.04.2025).

12. Экологический портал Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. URL: <https://www.infoeco.ru/index.php?id=53> (дата обращения: 03.04.2025).

13. Ложкина О.В., Марцинковский О.А., Буренин Н.С., Ложкин В.Н. Воздействие автомобильного транспорта на качество воздушной среды Санкт-Петербурга: проблемы и решения [Электронный ресурс]. URL: <https://ecopeterburg.ru/> (дата обращения: 03.04.2025).

14. Маслова Н. В., Анциферов С. А., Грызунова Л. В. Определение коэффициента покрова для почвенных поверхностей стока селитебных территорий // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 3(56). С. 41–48. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.03.05.

15. Антонова Д.С. Проблемы экологии городских парков (на примере Таврического сада города Санкт-Петербург) // Современная научная мысль: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. Чебоксары, 2020. С. 20–30.

16. 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.

REFERENCES

1. Astafyeva N.S., Laguta I.V., Kukarina E.E., Emelyanova Ya.O. Tendencies of "Green" Construction in the World and Modern Russia. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2019. Vol. 9, no. 4. Pp. 109–117. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2019.04.16
2. Gvozdovsky V.I., Knyazeva M.N., Sizova A.I. Metropolis Environmental Problems: Methods of Solution. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2017, vol. 7, no. 3, pp. 63–67. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2017.03.11
3. Daunov B.Ya., Gapeev A.A. Possibility of assessing the state of the atmosphere by the characteristics of snow and soil pollution. *Pozharnaja bezopasnost': problemy i perspektivy* [Fire Safety: Challenges and Prospects], 2018, no. 9, pp. 205–207. (in Russian)
4. Kurmazova N. A. Snow as an indicator of atmospheric air pollution. *Tekhnicheskie nauki – ot teorii k praktike* [Technical sciences - from theory to practice], 2012, no. 12, pp. 87–90. (in Russian)
5. Sergeeva A.G., Kuimova N.G. Snow cover as an indicator of the state of atmospheric air in the sanitary and environmental monitoring system. *Bjulleten' fiziologii i patologii dyhaniya* [Bulletin of Physiology and Pathology of Breathing], 2011, no. 40, pp. 100–104. (in Russian)
6. Prozhorina T.I., Kurolap S.A., Yakunina N.I. Assessment of technogenic impact on the urban environment by snow cover pollution. *StrojMnogo* [StroyMany], 2016, no. 2(3). Available at: <http://stroymnogo.com/science/tech/otsenkatekhnogennogovozdeystviya/> (accessed 03 April 2025).
7. Sharipova S.G., Srmikyan G.S., Tatulyan D.V. Monitoring of environmental pollution by physical and chemical characteristics of snow. *Molodoy uchenyy* [Young Scientist], 2016, vol. 1, no. 9(113), pp. 64–65. (in Russian)
8. Roguleva N.O. Assessment of Contamination and Biototoxicity of Snow Cover in Samara City Parks. *Vestnik SamGU* [Bulletin of SamSU], 2009, no. 4(70), pp. 198–206. (in Russian)
9. Kasimov N.S., Kosheleva N.E., Vlasov D.V., Terskaya E.V. Geochemistry of snow cover in the eastern district of Moscow. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografija* [Bulletin of Moscow University. Series 5. Geography], 2012, no. 4, pp. 14–24. (in Russian)
10. *Ecological situation in the city*. Available at: <https://ekp.spb.ru/capabilities/ecology/city> (accessed 03 April 2025).
11. *Territorial air monitoring system of St. Petersburg*. Available at: <https://ecopeterburg.ru/2024/01/19/> (accessed 03 April 2025).
12. *Environmental portal of St. Petersburg*. Available at: <https://www.infoeco.ru/index.php?id=53> (accessed 03 April 2025).
13. Lozhkina O.V., Martsynkovsky O.A., Burenin N.S., Lozhkin V.N. Impact of road transport on the air quality of St. Petersburg: problems and solutions. Available at: <https://ecopeterburg.ru/> (accessed 03 April 2025).
14. Maslova N.V., Antsiferov S.A., Gryzunova L.V. Determination of the cover coefficient for soil surfaces of the runoff of residential areas. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 3, pp. 41–48. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.03.05
15. Antonova D.S. Environmental problems of city parks (on the example of the Tauride Garden of St. Petersburg). *Sovremennaya nauchnaya mysl': materialy VI Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Modern scientific thought: materials of the VI All-Russian Scientific and Practical Conference]. Cheboksary, 2020, pp. 20–30. (In Russian).
16. RD 52.04.186-89. Air Pollution Control Manual. Regional air pollution. Snow Pollution Monitoring, Air Pollution Control Manual. Snow sampling. (In Russian)

Об авторе:

ГАЛИЦКОВА Юлия Михайловна

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры природоохранного
и гидротехнического строительства
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: galickova@yandex.ru

GALITSKOVA Yulia M.

PhD in Engineering Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Nature Protection
and Hydrotechnical Construction Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: galickova@yandex.ru

Для цитирования: Галицкова Ю.М. Исследование степени загрязнения снега на городских территориях на примере Санкт-Петербурга // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 3. С. 83–92. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.11.

For citation: Galitskova Yu. M. Investigation of the degree of snow pollution in urban areas using the example of St. Petersburg. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 3, pp. 83–92. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.11.

Принята: 28.05.2025 г.