

Вестник Томского государственного  
архитектурно-строительного университета.  
2026. Т. 28. № 4. С. 289–312.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)  
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo  
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –  
Journal of Construction and Architecture.  
2026; 28(4): 289–312.

Print ISSN 1607-1859  
Online ISSN 2310-0044

## НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 625.768.5+504.054+624.144.8

<https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-4-289-312>



EDN: ZSLIFW

# КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПРОБЛЕМЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ БОРЬБЕ С ОБЛЕДЕНЕНИЕМ И СНЕЖНЫМИ МАССАМИ

Ольга Дмитриевна Лукашевич<sup>1</sup>, Александр Мартынович Адам<sup>2</sup>,  
Виктор Николаевич Лукашевич<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
г. Томск, Россия

<sup>2</sup>Национальный исследовательский  
Томский государственный университет, г. Томск, Россия

**Аннотация.** Актуальность. Решение проблемы снегоборьбы на городской территории имеет ключевое значение для обеспечения комфорта, безопасности и функционирования городской среды в зимний период. Важнейшими аспектами этой проблемы являются создание безопасных условий передвижения, поддержание работоспособности дорожно-транспортной инфраструктуры, минимизация экологических последствий снегоборьбы, оптимизация затраченных ресурсов.

**Цель.** На основе анализа и обобщения существующих материалов по теме исследования выработать рекомендации, реализация которых обеспечит баланс между безопасностью людей, городской инфраструктуры и сохранением окружающей среды в зимний период.

**Методы.** Для оценки передового опыта и тенденций в сфере эффективной снегоборьбы рассмотрены научные публикации, посвященные средствам и методам используемых устройств, материалов, актуальности законодательной базы, экологическим последствиям воздействия на окружающую среду. Для этого применены всеобщие (философские), общенаучные, частнонаучные и специальные методы познания.

**Результаты.** Проведен анализ российского и зарубежного опыта снегоборьбы в городской среде, удовлетворяющего положениям концепции устойчивого развития урбо-экосистем. Установлены основные направления исследований в сфере совершенствования зимнего содержания дорог и улиц, а также экологических последствий складирования загрязненных снежно-ледяных отходов.

Показана необходимость применения системного подхода к совместной деятельности организаций и ведомств, ответственных за обеспечение экологической безопасности при борьбе с обледенением и снежными массами на урбанизированной территории. Представлены рекомендации, позволяющие разработать систему мероприятий по управлению системой экологически безопасного зимнего содержания дорог и улиц с экономически целесообразной и экологически обоснованной утилизацией снежно-ледяной массы.

**Выводы.** Предложен комплексный подход по минимизации негативного воздействия методов борьбы с зимней скользкостью и охарактеризованы актуальные теоретические и практические направления для его реализации.

**Ключевые слова:** уборка снега, утилизация снежной массы, автотранспортное загрязнение, снегоотвал, урбоэкосистема, загрязняющие вещества, противогололедные материалы, устойчивое развитие городской территории

**Для цитирования:** Лукашевич, О.Д., Адам, А.М., Лукашевич, В.Н. Комплексный подход к проблеме экологической безопасности при борьбе с обледенением и снежными массами // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2026. Т. 28. № 4. С. 289–312. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-4-289-312>. EDN: ZSLIFW

## ORIGINAL ARTICLE

### A COMPREHENSIVE APPROACH TO ENVIRONMENTAL SAFETY DURING ICE AND SNOW DRIFT CONTROL

Olga D. Lukashevich<sup>1</sup>, Aleksandr M. Adam<sup>2</sup>, Viktor N. Lukashevich<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia*

<sup>2</sup>*National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia*

**Abstract.** Resolving the problem of snow control in urban areas is crucial for ensuring the comfort, safety, and functioning of the urban environment in winter. Key aspects of this problem include creating safe travel conditions, maintaining the operability of road and transport infrastructure, minimizing the environmental impacts of snow control, optimizing expended resources.

**Purpose:** The objective of the work is to analyze and summarize existing materials to develop recommendations, the implementation of which will ensure a balance between the safety of people, urban infrastructure, and environmental protection in winter.

**Methodology/approach:** To assess best practices and trends in effective snow control, scientific publications on means and methods of using devices and materials, the relevance of the legislative framework, and environmental impacts of their impact are reviewed. General (philosophical), general scientific, specific scientific, and specialized research methods are applied.

**Research findings:** An analysis of the Russian and international experience in the snow control in urban environment is conducted, which meets the principles of the sustainable development of urban ecosystems. The main research areas for improving winter road and street maintenance as well as environmental consequences of storing contaminated snow and ice waste, are identified.

The need is demonstrated for a systems approach to the joint activities of organizations responsible for ensuring environmental safety during ice and snow drift control in urban areas. Recommendations are given to the development of measures to manage an environmentally safe winter road and street maintenance system with economically feasible and environmentally sound disposal of ice and snow drift.

**Value:** A comprehensive approach to minimizing the negative impact of ice and snow drift control is proposed, and current theoretical and practical directions for its implementation are characterized.

**Keywords:** snow removal, snow disposal, vehicle pollution, snowplow, urban ecosystem, pollutants, deicing materials, sustainable urban development

**For citation:** Lukashevich, O.D., Adam, A.M., Lukashevich, V.N. A Comprehensive Approach to Environmental Safety During Ice and Snow Drift Control. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2026; 28(4): 289–312. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-4-289-312>. EDN: ZSLIFW

## Введение

В практике градостроительства и содержания урбанизированных территорий значительное внимание уделяется следованию принципам устойчивого

развития и вопросам экологической безопасности. Важное место в стремлении повысить качество городской среды на застроенных территориях и новых осваиваемых участках занимает в России (особенно в азиатской ее части с продолжительным холодным периодом) решение проблем, связанных с энергоэффективностью и теплоизоляцией зданий; надежной работой систем отопления и подогрева; своевременной очисткой дорог и пешеходных зон от снега и льда; сохранением зеленых насаждений и экологических систем, поддерживающих баланс городской среды; обеспечением устойчивой мобильности с учетом всех групп населения и др.

В статье рассматривается часть обозначенных аспектов, касающаяся экологической безопасности при удалении снега и льда с дорожных и улично-пешеходных зон, во всем многообразии этой проблемы, охватывающей состояние городских снегоотвалов и обусловленные этим геоэкологические проблемы (подтопление, загрязнение земель и водных объектов), ЖКХ, содержание дорог, а также связанные с гололедом травматизм, транспортные пробки, ДТП и т. д. Указанные аспекты рассматриваются исследователями, как правило, в узких рамках отдельных научных областей, хотя все они тесно связаны. Представляет научный и практический интерес применение комплексного подхода к проблеме экологической безопасности при борьбе с обледенением и снежными массами и выработка рекомендаций по управлению системой экологически безопасного зимнего содержания дорог и улиц (УСЭБЗСДУ).

Даже при поверхностном определении проблемы УСЭБЗСДУ и ее границ можно сформулировать ряд взаимосвязанных вопросов для осмысления и решения:

- как городские снегоотвалы влияют на геоэкологическую ситуацию, деятельность ЖКХ, содержание дорог и риск подтопления [1–4];
- насколько важен учет локальных особенностей территории (климат, состояние инфраструктуры, геологические условия) [3, 5, 6];
- каковы возможности методического и методологического обеспечения анализа геоэкологических рисков (оценка загрязнения окружающей среды противогололедными материалами, токсичными для экосистем, исследование химического состава талых вод снегоотвалов и его влияния на почву, водные объекты (например, малые реки) [7–10];
- если загрязненный снег считается отходом, вызывающим негативное воздействие на почвы и подземные воды, то почему уполномоченные органы Росприроднадзора и Роспотребнадзора не используют в полной мере свои полномочия для предотвращения негативного воздействия загрязненного снега на федеральном уровне ввиду крайне недостаточного финансирования инфраструктурного и технического обеспечения в регионах, отстающих в развитии<sup>1</sup> [11];
- насколько велико влияние снеготалых вод (в том числе загрязненных) на экзогенные геологические процессы в городах; каковы долгосрочные последствия подтопления урбанизированной территории и ее инфраструктуры подземными водами при таянии снега, а также развития суффозии, которая может привести к просадкам грунтов и деформации фундаментов зданий [5, 6, 11, 12];

<sup>1</sup> Федеральный классификационный каталог отходов // Росприроднадзор: [сайт]. URL: <https://rpn.gov.ru/fkko/73121000000/> (дата обращения: 21.04.2026).

– как обеспечить эффективную работу муниципалитетов, служб ЖКХ в условиях недофинансирования при постоянном росте затрат на вывоз уличного снега, закупку ПГМ и содержание снегоотвалов<sup>2</sup>[13];

– на какой основе может быть построен объективный, обоснованный, по возможности – простой анализ расходов городских бюджетов на организацию снегоудаления и эффективность затрат<sup>3</sup>[14];

– возможно ли в масштабах страны создание для регионов со сходными природно-климатическим условиями методики, позволяющей оценить качество обслуживания дорожной инфраструктуры; как дать оценку по унифицированным методикам реальной токсичности ПГМ, а также влиянию снегоотвалов на состояние дорог, тротуаров и других элементов городской среды [15–20].

Указанные источники информации нередко лишь косвенно касаются сформулированных вопросов либо освещают результаты тщательно выполненных анализа и обобщений по узко поставленной задаче. Как правило, авторы каждой публикации, преследуя свои цели и задачи исследования, оставляют за пределами внимания смежные вопросы. Например, зимнее содержание и эксплуатация автомобильных дорог – прерогатива дорожной отрасли. В то же время огромный объем работ по уборке снежных масс и обработке ледяных покрытий выполняется силами спецавтохозяйств муниципального подчинения. Многочисленными исследованиями показано значительное негативное воздействие на почвы и растительность снеготалых вод, содержащих противогололедные реагенты и загрязнители дорожно-транспортного происхождения. Однако специалисты в области экологии, зеленой (экологической) химии, почвоведения, биологии слабо привлекаются для совместного решения проблемы минимизации такого воздействия. Чаще всего происходит констатация неблагоприятной, иногда катастрофической ситуации без конкретных обоснованных предложений по ее преодолению.

В результате работники дорожно-транспортной отрасли отчитываются о проделанной работе количеством освобожденных от снега и льда километров, а также разработанными/обновленными нормативными документами и методическими разработками, регламентирующими работы по предотвращению снежно-ледяного образования; службы ЖКХ – тоннами убранного с дорог и вывезенного снега, объемами высыпанной песчано-солевой смеси, иногда опытом использования новых ПГМ.

Единство управления в сфере экологической безопасности при борьбе с обледенением и снежными массами предполагает комплексное рассмотрение всех элементов процесса, их влияния на окружающую среду и взаимосвязей между организациями и ведомствами, решающими свою часть задач.

<sup>2</sup> Об утверждении методических рекомендаций по разработке норм и правил по благоустройству территорий муниципальных образований: приказ Минстроя России от 29.12.2021 № 1042/пр// Минстрой России: [сайт]. URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/139406> (дата обращения: 21.04.2026).

<sup>3</sup> Методические указания по разработке генеральной схемы снегоудаления города (Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, Федеральное автономное учреждение «Федеральный центр нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве», 1 января 2020 г.) // Гарант: [сайт]. URL: <https://base.garant.ru/410450468/> (дата обращения: 21.04.2026).

### Анализ нормативно-правовой базы в сфере экологической безопасности при борьбе с обледенением и снежными массами

Нормативно-правовое регулирование лежит в основе системного подхода к решению проблемы экологической безопасности при уборке, вывозе и утилизации снега на урбанизированных территориях.

Содержание автомобильных дорог должно осуществляться в соответствии с требованиями технических регламентов в целях обеспечения сохранности автомобильных дорог, а также организации дорожного движения, в том числе посредством поддержания бесперебойного движения транспортных средств по автомобильным дорогам и безопасных условий такого движения.

Уборка и вывоз снега должны организовываться органами местного самоуправления в соответствии с требованиями законодательства, включая законодательство об охране окружающей среды. Необходимо соблюдать положения Федерального закона от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления»<sup>4</sup>, 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»<sup>5</sup>, Водного кодекса РФ<sup>6</sup>, 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения»<sup>7</sup>, СанПиН (например, СанПиН 2.1.3684–21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий муниципальных образований»<sup>8</sup>) и других нормативных актов. Среди них поддерживаемый РФ документ международного уровня технический регламент Таможенного союза ТР/ТС 014/2011 «Безопасность автомобильных дорог»<sup>9</sup>, предписывающий обязательную очистку от снежно-ледяного покрытия проезжей части, остановок общественного транспорта, тротуаров, обочин, съездов, стоянок транспорта. Непосредственно зимнему содержанию посвящены государственные стандарты, охарактеризованные в таблице.

Как следует из описания в таблице направленности, цели применения основных стандартов, касающихся темы исследования, многие их части (разделы, статьи) повторяют друг друга. Вопросы, касающиеся экологической безопасности и охраны окружающей среды, рассмотрены фрагментарно либо совсем

<sup>4</sup> Об отходах производства и потребления» (с изменениями и дополнениями): Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ: Принят Государственной Думой 22 мая 1998 г.: одобрен Советом Федерации 10 июня 1998 г. // Гарант: [сайт]. URL: <https://base.garant.ru/12112084> (дата обращения: 07.05.26).

<sup>5</sup> О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения (в ред. от 31.07.2025): Федеральный закон 52-ФЗ: принят Государственной Думой 12 марта 1999 г.: одобрен Советом Федерации 17 марта 1999 г. // Консультант Плюс: [сайт]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_22481](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22481) (дата обращения: 07.05.26).

<sup>6</sup> Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ (ред. от 29.12.2025) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.07.2026): принят Государственной Думой 12 апреля 2006 г.: одобрен Советом Федерации 26 мая 2006 г. // Консультант Плюс: [сайт]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_60683/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/) (дата обращения: 07.05.26).

<sup>7</sup> О безопасности дорожного движения: Федеральный закон от 10.12.1995 № 196-ФЗ (последняя редакция): принят Государственной Думой 15 ноября 1995 г. // Консультант Плюс: [сайт]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_docLAW\\_8585/](https://www.consultant.ru/document/cons_docLAW_8585/) (дата обращения: 07.05.26).

<sup>8</sup> СанПиН 2.1.3684–21. Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий муниципальных образований // Гарант: [сайт]. URL: <https://base.garant.ru/400289764/> (дата обращения: 07.05.26).

<sup>9</sup> ТР/ТС 014/2011. Безопасность автомобильных дорог: утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 18 октября 2011 г. № 827 // Министерство транспорта Российской Федерации: [сайт]. URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/8/4120> (дата обращения: 07.05.26).

не затрагиваются. В ряде случаев для проектирования снегоуборки используются устаревшие данные по масштабам выпадения снежных масс по месяцам (суткам), мониторинговым данным за прошлые десятилетия и т. д. В современных условиях критического изменения климата необходим пересмотр ряда основополагающих позиций. К примеру, что делать с талым снегом, образовавшимся при использовании ПГМ, смешанным с твердыми снежно-ледяными фракциями, если ливневая канализация находится в замерзшем состоянии, а снегоуборочная техника не приспособлена для удаления с дорожного полотна и тротуаров снежно-ледяной каши, образовавшейся в результате проникновения в снежный накат талой воды.

**Сравнительная характеристика  
основных нормативно-правовых документов по зимнему содержанию  
автомобильных дорог и улично-дорожной сети в РФ**

**Comparative characteristics of the main regulatory documents  
on winter maintenance of highways and street and road network  
in the Russian Federation**

| Наименование документа                                                                                                                                                                         | Направленность документа, цель применения                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ГОСТ 33181–2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Требования к уровню зимнего содержания» <sup>10</sup>                                                                                | Межгосударственный стандарт членов СНГ определяет основную систему терминов, классификацию уровней зимнего содержания, регламенты, запреты деятельности                                                                                                                                    |
| ГОСТ 33387–2015 «Дороги автомобильные общего пользования, противогололедные материалы, технические требования» <sup>11</sup>                                                                   | Межгосударственный стандарт членов СНГ устанавливает требования к материалам, используемым для борьбы с зимней скользкостью на автомобильных дорогах общего пользования (за исключением объектов дорожной инфраструктуры в пределах населенных пунктов)                                    |
| ГОСТ Р 50597–2017 «Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля» <sup>12</sup> | Регламентирует ограничения по толщине снега во время снегопада, условия очистки обочин, запрет на формирование снежных валов, вопросы по уплотненному снежному покрову, сроки устранения снежно-ледяных образований на тротуарах, пешеходных и велосипедных дорожках, остановочных пунктах |

<sup>10</sup> ГОСТ 33181–2014. Дороги автомобильные общего пользования. Требования к уровню зимнего содержания: введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 декабря 2015 г. Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 августа 2015 г. № 1121: дата введения 2015-12-01. Москва: Стандартинформ, 2014. 8 с.

<sup>11</sup> ГОСТ 33387–2015. Дороги автомобильные общего пользования. Противогололедные материалы. Технические требования: введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 8 сентября 2016 г. Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 августа 2016 г. № 1003-ст: дата введения 2016-09-08. Москва: Стандартинформ, 2016. 11 с.

<sup>12</sup> ГОСТ Р 50597–2017. Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому

Окончание таблицы  
End of table

| Наименование документа                                                                                                                               | Направленность документа, цель применения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ГОСТ Р 58427–2020 «Материалы противогололедные для применения на территории населенных пунктов. Общие технические условия» <sup>13</sup>             | Устанавливает требования к противогололедным материалам (ПГМ), которые применяются на улично-дорожной сети территорий населенных пунктов, за исключением улиц, являющихся частью автомобильных дорог общего пользования федерального значения                                                                                                                                                         |
| ГОСТ Р 59434–2021 «Дороги автомобильные общего пользования. Требования к уровню зимнего содержания, критерии оценки и методы контроля» <sup>14</sup> | Устанавливает требования к уровню зимнего содержания их элементов, критериям его оценки и методам контроля, а также предельные сроки приведения эксплуатационного состояния дорог в соответствии с требованиями стандарта                                                                                                                                                                             |
| ГОСТ Р 71880–2024 «Дороги автомобильные общего пользования. Противогололедные материалы. Правила применения» <sup>15</sup>                           | Устанавливает правила применения ПГМ для борьбы с зимней скользкостью на автомобильных дорогах общего пользования. Предназначен для использования в дорожном хозяйстве при среднесрочном и долгосрочном планировании работ, разработке проектов содержания, цель – обеспечение безопасности дорожного движения, сохранение жизни и здоровья населения, охрана окружающей среды и сохранение имущества |

Для восполнения таких пробелов в субъектах РФ и муниципальных образованиях разрабатываются нормативные документы по борьбе со скользкостью на муниципальных и городских дорогах с учетом специфических городских условий природного и техногенного характера. Ряд таких постановлений и распоряжений действует в Москве, Санкт-Петербурге, Перми, Хабаровске и других крупных городах.

регулированию и метрологии от 26 сентября 2017 г. № 1245-ст // Росзимдор: [сайт]. URL: <https://roszimdor.ru/upload/medialibrary/50e/50e2f79884382e37932c8dc6de363749.pdf> (дата обращения: 07.05.26).

<sup>13</sup> ГОСТ Р 58427–2020. Материалы противогололедные для применения на территории населенных пунктов. Общие технические условия: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 октября 2020 г. № 1005-ст: дата введения 2020-12-01 // Росзимдор: [сайт]. URL: <https://roszimdor.ru/wp-content/uploads/2025/11/74021.pdf> (дата обращения: 07.05.26).

<sup>14</sup> ГОСТ Р 59434–2021. Дороги автомобильные общего пользования. Требования к уровню зимнего содержания, критерии оценки и методы контроля: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 апреля 2021 г. № 229-ст: дата введения 2021-06-01 // Росзимдор: [сайт]. URL: <https://roszimdor.ru/wp-content/uploads/2025/11/75097.pdf> (дата обращения: 07.05.26).

<sup>15</sup> ГОСТ Р 71880–2024. Дороги автомобильные общего пользования. Противогололедные материалы. Правила применения: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 декабря 2024 г. № 1931-ст: дата введения 2025-02-01 // Росзимдор: [сайт]. URL: <https://roszimdor.ru/wp-content/uploads/2025/11/84218.pdf> (дата обращения: 07.05.26).

Рассматривая другие многочисленные нормативно-правовые документы, регламентирующие деятельность дорожно-транспортной отрасли, нужно отметить наличие в них отдельных разделов, которые в разной степени касаются особенностей зимнего содержания дорог, например:

– ГОСТ 33220–2015 «Дороги автомобильные общего пользования. Требования к эксплуатационному состоянию»<sup>16</sup> (межгосударственный стандарт определяет параметры состояния дорог, призванные обеспечивать безопасность движения, сохранение жизни, здоровья и имущества населения, охрану окружающей среды).

– ГОСТ Р 58862–2020 «Дороги автомобильные общего пользования. Содержание, периодичность проведения»<sup>17</sup> (регулирует планирование периодичности работ по содержанию автомобильных дорог общего пользования; его основная цель – обеспечить нормативное эксплуатационное состояние дорог и искусственных сооружений на них, а также безопасность дорожного движения).

– ГОСТ Р 59201–2021 «Дороги автомобильные общего пользования, капитальный ремонт, ремонт и содержание, технические правила»<sup>18</sup> (устанавливает технические правила, обеспечивающие сохранность и улучшение условий непрерывного, безопасного и комфортного движения транспорта и охрану окружающей среды).

– ГОСТ Р 59205–2021 «Дороги автомобильные общего пользования. Охрана окружающей среды. Технические требования»<sup>19</sup> (устанавливает технические требования по охране окружающей среды при проектировании, строительстве (реконструкции), капитальном ремонте, ремонте и содержании автомобильных дорог и искусственных сооружений с целью минимизировать негативное воздействие дорожного хозяйства на окружающую среду, включая защиту поверхностных и грунтовых вод от загрязнения пылью, бытовыми отходами, горюче-смазочными материалами).

– СП 42.13330.2016 «Градостроительство, планировка и застройка городских и сельских поселений»<sup>20</sup> (нормирует места складирования снега, санитарные расстояния до жилых зон, водоемов и т. д.).

<sup>16</sup> ГОСТ 33220–2015. Дороги автомобильные общего пользования. Требования к эксплуатационному состоянию: введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 декабря 2015 г. Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 августа 2015 г. № 1122-ст: дата введения 2015-12-01 // Росгост: [сайт]. URL: [https://rososts.ru/file/gost/93/100/gost\\_33220-2015.pdf](https://rososts.ru/file/gost/93/100/gost_33220-2015.pdf) (дата обращения: 07.05.26).

<sup>17</sup> ГОСТ Р 58862–2020. Дороги автомобильные общего пользования. Содержание, периодичность проведения: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 мая 2020 г. № 229-ст: дата введения 2020-08-01 // Росгост: [сайт]. URL: [https://rososts.ru/file/gost/93/080/gost\\_r\\_58862-2020.pdf](https://rososts.ru/file/gost/93/080/gost_r_58862-2020.pdf) (дата обращения: 07.05.26).

<sup>18</sup> ГОСТ Р 59201–2021. Дороги автомобильные общего пользования, капитальный ремонт, ремонт и содержание, технические правила: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 октября 2021 г. № 1364-ст: дата введения 2022-01-01 // Росгост: [сайт]. URL: [https://rososts.ru/file/gost/93/080/gost\\_r\\_59201-2021.pdf](https://rososts.ru/file/gost/93/080/gost_r_59201-2021.pdf) (дата обращения: 07.05.26).

<sup>19</sup> ГОСТ Р 59205–2021. Дороги автомобильные общего пользования. Охрана окружающей среды. Технические требования: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 июня 2021 г. № 578-ст: дата введения 2021-07-01 // Росгост: [сайт]. URL: [https://rososts.ru/file/gost/93/080/gost\\_r\\_59205-2021.pdf](https://rososts.ru/file/gost/93/080/gost_r_59205-2021.pdf) (дата обращения: 07.05.26).

<sup>20</sup> СП 42.13330.2016. СНиП 2.07.01–89\*. Градостроительство, планировка и застройка городских и сельских поселений (Приказ Минстроя России от 30 декабря 2016 г. № 1034/пр): утвержден прика-

Необходимо отметить, что в рамках исследования не будет рассмотрен порядок зимнего содержания автомобильных дорог федерального, регионального и межмуниципального значения. Будут рассматриваться только дороги местного значения, которые лежат в основе улично-дорожной сети города. Их обслуживают, как правило, муниципальные предприятия или коммерческие организации, выигравшие соответствующие конкурсы на содержание дорог, при этом заказчиком выступает муниципальная структура, ответственная за благоустройство. Именно с такой передачей ответственности связаны те нарушения технического законодательства, из-за которых содержание улично-дорожных сетей большинства сибирских городов является неудовлетворительным или не полностью соответствует нормативным требованиям.

Есть также и объективные причины, связанные с климатическими явлениями, когда из-за сильных снегопадов обеспечение безопасности движения автотранспорта и пешеходов в соответствии с требованиями стандартов становится все сложнее и требует изменений в подходе к содержанию стандартов. В этой связи вполне оправданно, что одновременно с пересмотром и обновлением национальных и межправительственных стандартов регионам и муниципалитетам следует создавать свои технические регламенты, учитывающие местные условия.

### Оценка состояния проблемы снегоуборки в Сибири (на примере г. Томска)

Анализ метеорологических данных по справке Росгидромета показывает, что зима 2025/26 г. была на юге Западной Сибири неоднородной по температуре воздуха с регулярными и местами рекордными снегопадами (рис. 1).

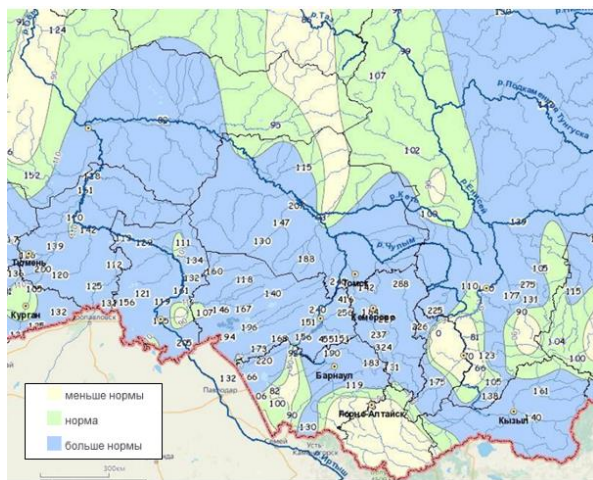


Рис. 1. Фрагмент карты запасов воды в снежном покрове (отношение к норме, в %) на территории Сибири на начало марта 2026 г.<sup>21</sup>

Fig. 1. A fragment of the map of water reserves in snow cover (ratio to the standard, %) in Siberia in March 2026

зом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 30 декабря 2016 г. № 1034/пр и введен в действие с 1 июля 2017 г.: дата введения 1 июля 2017 г. // Минстрой России: [сайт]. URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/14465/> (дата обращения: 07.05.26).

<sup>21</sup> URL: [https://www.meteorf.gov.ru/upload/pdf\\_download/spring\\_flood.pdf](https://www.meteorf.gov.ru/upload/pdf_download/spring_flood.pdf)

Как следует из рис. 1 и информации из архивов метеослужб, количество выпавшего снега зимой 2025/26 года в бассейне р. Томи, соответственно и г. Томске, значительно выше (в 1,5 раза) среднегодовых показателей. Климатические изменения, проявляющие себя в увеличении критически высоких уровней атмосферных осадков, наблюдаются на территории России, как и во всем мире. Аномально высоким уровнем снежных осадков отличались в Томске 1988, 2010, 2017 гг., когда к середине зимы снежный покров достигал от 74 до 90 см при среднестатистическом 50 см. В течение нескольких дней и недель могла выпадать месячная норма снега и более.

Проблема своевременной уборки снега с дорог и тротуаров даже в рамках штатного режима вызывает затруднения в основном из-за нехватки специализированных машин, водителей, дворников, средств на закупку ПГМ. Аномальные снегопады создают критические ситуации со своевременной очисткой от снежно-ледяных отложений дорожных и уличных покрытий и удаления таких отходов за пределы жилых кварталов. Анализ информации из открытых источников Департамента дорожной деятельности и благоустройства (г. Томск) позволяет детально представить, как на практике реализуются требования нормативных актов.

На сегодняшний день на территории Томска расположены три утвержденных места складирования снега (рис. 2):

- пос. Хромовка, 35/2, площадь земельного участка составляет 14 425 м<sup>2</sup>, вместимость снега – 130 000 т;
- ул. Высоцкого, 22а, площадь земельного участка составляет 6648 м<sup>2</sup>, вместимость снега – 700 000 т;
- ул. Мостовая, 40а, площадь земельного участка составляет 43 040 м<sup>2</sup>, вместимость снега – 390 000 т.

Дополнительная площадка выделена под снегоотвал в пос. Предтеченске по ул. Мелиоративной, 10/5, площадь земельного участка составляет 10 997 м<sup>2</sup>, с вместимостью снега 70 000 т. Участок планируется использовать в случае заполнения одного из трех вышеуказанных основных. Места расположения специализированных площадок для складирования снега и льда определяются ежегодно до 1 сентября уполномоченными органами администрации г. Томска и утверждаются муниципальным правовым актом администрации города.

Эксплуатацию перечисленных полигонов и вывоз снега осуществляет в Томске спецавтохозяйство («Томск САХ»), являющееся муниципальным бюджетным учреждением.

Очистка центральных городских магистралей, крупных улиц и тротуаров с использованием спецтехники, а также вывоз снега с территории города производится в соответствии с правилами благоустройства территории муниципального образования «Город Томск», утвержденными решением думы города Томска от 1 марта 2016 г. № 161<sup>22</sup>.

Также в процессе уборки снега участвуют и другие организации и структуры:

<sup>22</sup> Правила благоустройства территории муниципального образования «Город Томск»: утверждены решением думы города Томска от 1 марта 2016 г. № 161 // Дума г. Томска: [сайт]. URL: [https://admin.tomsk.ru/site/core.nsf/0/14d559b114a3151c47257d50002507f4/\\$FILE/Правила%20благоустройства.pdf](https://admin.tomsk.ru/site/core.nsf/0/14d559b114a3151c47257d50002507f4/$FILE/Правила%20благоустройства.pdf) (дата обращения: 07.05.26).

- подрядчики районных администраций отвечают за уборку внутриквартальных проездов, остановок, пешеходных переходов и второстепенных улиц;
- управляющие организации (УК, ТСЖ) отвечают за уборку придомовых территорий, крыш домов, подъездов, тротуаров, парковок, газонов, детских площадок и проезда по дворовой территории.

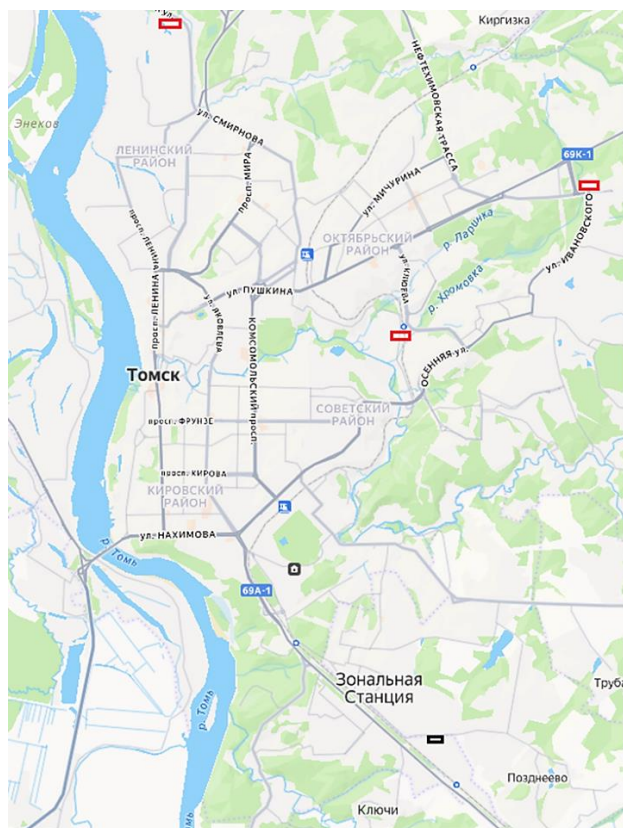


Рис. 2. Карта расположения мест складирования снега на территории Томска (предоставлено отделом организации деятельности по обращению с ТКО Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области)

Fig. 2. Map of snow storage sites in Tomsk (provided by the Solid Waste Management Department of the Department of Natural Resources and Environmental Protection of the Tomsk Region)

Пресс-центр городской мэрии констатирует, что межквартальные и внутридворовые территории, улицы 3-й категории, тротуары являются слабым местом в уборке города от снега. Здесь явно не дорабатывают подрядчики районных администраций и целый ряд управляющих компаний. Зарубежный опыт показывает, что решение этого вопроса может быть найдено через привлечение горожан (например, на правах волонтеров или временных работников) к снегоуборке в случае экстремальных снегопадов.

В США, Канаде, Норвегии, Швеции, Дании, Финляндии на владельцев недвижимости возлагается обязанность по содержанию в зимний период тро-

туаров и участков, прилегающих к объектам их собственности, что закреплено законодательно с учетом местных особенностей.

Правила обустройства мест складирования снега установлены СанПиН 2.1.3684–21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий». Согласно этому документу, снег должен складироваться на площадках с водонепроницаемым покрытием и обвалованных сплошным земляным валом или вывозиться на снегоплавильные установки. Не допускается размещение собранного снега и льда на детских, игровых и спортивных площадках, в зонах рекреационного назначения, на поверхности ледяного покрова водоемов и водосборных территориях, а также в радиусе 50 м от источников нецентрализованного водоснабжения. Кроме того, хранение снега на территории водоохранной зоны запрещено Водным кодексом РФ. Снег, загрязненный песком, реагентами, мусором, ГСМ, считается отходом, поэтому обращение с ним регулируется Федеральным законом от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления». С учетом этого ФЗ, а также требований Росприроднадзора, Ростехнадзора, Роспотребнадзора органы местного самоуправления обязаны определять и обустраивать места для его складирования, а также выдавать разрешения на использование муниципальных земель для этих целей.

При выделении участка под снегоотвал необходимо учитывать ряд нормативных требований, связанных с природоохранными и санитарными нормами, земельным законодательством и полномочиями органов местного самоуправления. При выборе участка также следует учитывать местные нормативные акты (муниципальные правовые акты, правила благоустройства территории), которые могут устанавливать дополнительные требования.

Возникла необходимость принятия региональных нормативных актов, предписывающих разработку экологического паспорта для площадок складирования снега. В этом случае контроль над подготовкой и эксплуатацией снегоотвалов станет более действенным.

По завершении зимнего периода на участке снегосвалки проводится уборка и санация для восстановления участка до нормативных значений. За нарушения условий размещения снежных свалок юридические и физические лица могут быть привлечены к административной ответственности по статьям 6.3, 8.2, 8.13, 8.42 КоАП РФ<sup>23</sup>.

По имеющейся информации, места складирования снега на территории Томска, указанные выше, не оборудованы в соответствии с требованиями действующего законодательства. Таяние снега происходит самопроизвольно под воздействием факторов окружающей среды, снегоплавильные установки не используются. Загрязненная вода при отсутствии необходимого водонепроницаемого

<sup>23</sup> Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ (ред. от 23.03.2026) (с изм. и доп., вступ. в силу с 03.04.2026): принят Государственной Думой 20 декабря 2001 г.: одобрен Советом Федерации 26 декабря 2001 г. // Консультант Плюс: [сайт]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34661/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/) (дата обращения: 07.05.26).

покрытия у снегоприемных площадок проникает в почвы, грунтовые воды и стекает естественным образом на пониженные участки. Из рис. 2 видно, что городские снегоотвалы находятся на водосборных территориях, что обеспечивает легкую инфильтрацию загрязнителей из тающего снега в реки и подземные воды.

Несанкционированные снегосвалки зимой 2025/26 года появлялись в Томске повсеместно вдоль улиц, во дворах. В результате снегом на долгое время оказались завалены придомовые территории (рис. 3). Загрязненный снег при его таянии разрушает отмостки и попадает в подвалы жилых домов. Снег, придвинутый техникой к стенам деревянных домов, приводит к загниванию и разрушению несущих стен, что угрожает жизни и здоровью проживающих в них граждан. Талый снег стекает под фундамент, попадает на цокольные этажи, вызывая подтопление.



Рис. 3. Несанкционированные снегосвалки на ул. Партизанской (фото авторов)

Fig. 3. Unauthorized snow dumps on Partizanskaya Street

Ситуации с нарушениями правил вывоза и складирования снега случаются ежегодно. Виновниками являются частные предприниматели, желающие сэкономить на автомобильном топливе и на оплате при пользовании услугами утвержденных мест складирования снега и сколотого льда. Так, в 2019 г. активисты ОНФ (Общероссийский народный фронт) обнаружили, что рядом с городским снегоотвалом в пос. Хромовка расположены места несанкционированного складирования снега. Один из таких снегоотвалов находился перед бывшим авторынком вдоль технологической дороги. Сюда грузовики сваливали не только снег, но и строительный мусор. Здесь было выгружено за зиму не менее 100 грузовиков снега.

Снегоотвал в пос. Хромовка – единственный, который находится в непосредственной близости к жилому сектору. Здесь располагается около 40 частных домов и земельных участков. Граждане опасаются, что грязь при таянии снежных масс потечет в их огороды и подвалы. В зимнем сезоне 2025/26 года этот снегоотвал вновь использовался. Очевидно, что есть необходимость проведения серьезного геоэкологического исследования и инженерных изысканий для решения вопроса о возможности дальнейшего использования участка под снегоотвал в пос. Хромовка.

В 2021 г. несанкционированные снегоотвалы были обнаружены комиссией ОНФ на Иркутском тракте, в микрорайоне Каштак, на берегу оз. Боярское. Установлено, что снег привозили частные предприниматели, желающие сэкономить на оплате горючего и талона за право выгрузить привезенный на полигон снег. Муниципалитетом были предприняты необходимые меры для предотвращения экологического коллапса весной. Положительным фактом можно считать отказ от использования этих участков в 2025–2026 гг.

Слабо освещается исследователями проблемы снегоуборки вопрос о быстром разрушении строительных материалов, бордюров, ограждений, тротуарной плитки, попавших под слой загрязненного снега на длительное время (рис. 4). Загрязняющие вещества, особенно компоненты антигололедных реагентов (хлориды, ацетаты, формиаты и др.), агрессивны к цементному камню, известняку, асфальтобетону. Долговечность материалов и изделий, подверженных воздействию снежного навала, сокращается в несколько раз, что влечет большие экономические потери. Необходимо юридическое решение вопроса, из каких средств должны оплачиваться ежегодные ремонты бордюров, восстановление обрамления остановочных комплексов, замена тротуарной плитки и т. д.



Рис. 4. Результаты негативного воздействия загрязненного снега на придорожные инфраструктурные объекты (фото авторов)

Fig. 4. The negative impact of contaminated snow on the roadside infrastructure

Кратко отметим проблемы, актуальные для городов на Крайнем Севере, связанные с влиянием снегоотвалов на грунт и мерзлоту. В условиях криолитозоны снегоотвалы могут создавать «зону отепления», т. к. грунт на этом участке не получает необходимого запаса холода. Это изменяет температурный режим грунта и состояние вечной мерзлоты, вызывая деформации объектов инфраструктуры [21].

Отдельный предмет внимания – вопрос принятия реальных мер после исследований, проведенных учеными-биологами [22–24], доказавшими негативное влияние загрязненного снега на растения и экосистемы в целом.

С каждым годом в Томске растет количество больных и преждевременно усыхающих деревьев и кустарников в результате солевого повреждения. Снег (часто вместе с мусором) с автомобильных дорог, межуличных проездов и тротуаров повсеместно сгребается на газоны, повреждаются высаженные растения (например, липы возле ЦУМа).

В обобщенном виде к мерам снижения негативного влияния придорожного снежного покрова можно отнести: своевременную уборку и утилизацию снега; использование антигололедных реагентов, наиболее безопасных для растений и почв, строгий контроль над соблюдением норм расхода ПГМ; восстановление почвы и уход за растениями (подкормка, полив, применение почвенных кондиционеров), установка защитных экранов вдоль тротуаров и магистралей; выбор растений, устойчивых к солевому загрязнению, и др.

Описанные проблемы типичны для большинства российских городов. Следует констатировать, что работа по упорядочиванию в сфере природопользования относительно действий с загрязненным уличным снегом практически на всей территории России не ведется системно.

### **Организационно-административные решения по уборке и утилизации снега**

Организационно-административные меры, связанные с уборкой загрязненного городского снега, включают распределение ответственности, установление нормативов, контроль над соблюдением существующих нормативных требований и привлечение к ответственности за нарушения.

Муниципальные службы отвечают за уборку городских дорог, тротуаров, пешеходных зон, остановок, муниципальных детских и спортивных площадок, городских парковок; управляющие компании (УК) или товарищества собственников жилья (ТСЖ) – за уборку придомовых территорий многоквартирных домов, включая тротуары, парковки, газоны, детские площадки. Росавтодор и его региональные подразделения курируют автодороги общего пользования, включая межмуниципальные трассы. Владельцы (арендаторы) магазинов, офисов курируют уборку снега возле своих фасадов в соответствии с обслуживающей организацией, что закреплено договором. Границы ответственности определяются правилами благоустройства, которые утверждаются представительным органом соответствующего муниципалитета.

Регламентированы конкретные сроки уборки снега.

1. Для *придомовых территорий* УК или ТСЖ обязаны начинать уборку в кратчайшие сроки после снегопада в соответствии с местными нормативами (обычно до 12 ч). Периодичность уборки зависит от погоды, необходимости обеспечить безопасность движения и доступности территории.

2. На городских территориях снег должен убираться в течение 3–12 ч после завершения снегопада. При длительной снежной непогоде работы проводятся по усиленному регламенту.

3. На автомагистралях снег убирается сразу после начала осадков, а при обильных продолжительных снегопадах – круглосуточно.

Вышеперечисленное часто выполняется не в полной мере и с нарушениями. Органы местного самоуправления определяют места складирования снежных масс в соответствии с установленными законодательством требованиями, включая требования об охране окружающей среды. За нарушения условий размещения снежных свалок юридические и физические лица могут быть привлечены к административной ответственности по статьям 6.3, 8.2, 8.13, 8.42 КоАП РФ. Наказание может включать штрафы для граждан, должностных лиц, индивидуальных предпринимателей и юридических лиц. Контроль за соблюдением правил уборки осуществляют органы Роспотребнадзора, Государственной жилищной инспекции, а в случае угрозы безопасности дорожного движения – ГИБДД. При бездействии контролирующих органов граждане могут обращаться в прокуратуру для принятия мер прокурорского реагирования.

Несоблюдение нормативов снегоуборки нередко связано с причинами, которые выходят за рамки действующих федеральных и местных нормативных актов. Среди них – отсутствие зон временного хранения. В большинстве городов профиль улицы не предусматривает специальных «резервных» полос между проезжей частью и пешеходной зоной. В результате снег, счищаемый с дороги, либо блокирует крайнюю полосу движения, либо перекрывает тротуар. Характер парковки вдоль проезжей части – также один из главных барьеров. Парковка без выделенных карманов или зон разрыва делает невозможным проход тяжелой техники вплотную к бордюру.

Наиболее остро стоит проблема очистки от снега и наледей тротуаров. Дорожные знаки, опоры освещения, рекламные конструкции и элементы навигации находятся на транзитной части пешеходного пути, создавая препятствия для прохождения уборочной техники. Решением может быть устройство инженерных зон между проезжей частью и тротуаром. Они станут играть роль бифункциональных барьеров: здесь снег может храниться продолжительное время, не мешая движению, а продуманная гидроизоляция не позволит химическим загрязнителям проникать в почвенный слой и попадать в подземные воды.

### **Особенности использования противогололедных материалов**

Противогололедные материалы (ПГМ) – это (по ГОСТ 33387–2015, ст. 3.1) твердые, жидкие или комбинированные материалы, применяемые для борьбы с зимней скользкостью на автомобильных дорогах. По виду материала они подразделяются на группы: химические (жидкие, твердые, двухфазные), фрикционные (искусственные и естественно-природные) и комбинированные (имеющие в составе оба из двух названных).

ГОСТ Р 71880–2024 устанавливает правила применения противогололедных материалов для борьбы с зимней скользкостью на автомобильных дорогах общего пользования. Указанными и другими нормативными документами регулируются требования к качественному и количественному составу компонентов

ПГМ, регламенту использования для обеспечения максимальной эффективности и безопасности для окружающей среды, человека и инфраструктуры.

Согласно ГОСТ Р 58427–2020, разрешены к применению в населенных пунктах однокомпонентные или многокомпонентные реагенты на основе следующих веществ:

- хлористого натрия (NaCl);
- хлористого кальция (CaCl<sub>2</sub>);
- хлористого калия (KCl);
- хлористого магния (MgCl<sub>2</sub>);
- формиатов и других солей, удовлетворяющих требованиям стандарта.

В составе ПГМ нового поколения присутствуют ингибиторы коррозии и модификаторы (биодобавки), которые снижают агрессивное воздействие на металлы и бетон, а также минимально влияют на растения и почвы. 10%-е растворы указанных хлоридов замерзают при температуре минус 6 °С, 20 % – при минус 16 °С, что обеспечивает таяние снега и льда на обработанных поверхностях.

Росавтодор дает рекомендации (ОДМ 218.6.021–2019 «Методические рекомендации по применению чистых низкотемпературных противогололедных материалов для зимнего содержания автомобильных дорог»<sup>24</sup>) по применению ПГМ в зависимости от погодных условий.

Обработка дорожных покрытий жидкими и твердыми низкотемпературными ПГМ проводится с учетом метеорологической обстановки (рекомендуется в утренние или вечерние часы). Скорость ветра должна быть не более 5,4 м/с, относительная влажность воздуха – не менее 40 % и не более 80 %. При этом температура воздуха должна соответствовать значениям, указанным для конкретных ПГМ в инструкциях производителей. На дорогах с интенсивным движением (более 2000 автомобилей в сутки) преимущественно используют низкотемпературные реагенты, а при небольшой интенсивности (менее 2000 автомобилей в сутки) отдается предпочтение фрикционным и комбинированным ПГМ. При температурах воздуха ниже –20 °С в периоды снегопадов рекомендована сплошная обработка проезжей части автомобильных дорог. В первую очередь обрабатываются участки, особо опасные для движения транспорта: тормозные площадки на перекрестках, выделенные площади у остановок общественного транспорта, крутые спуски, подъемы и др.

Активное использование ПГМ в периоды снежной непогоды имеет негативные последствия для окружающей среды. Наблюдаются два социальных эффекта с противоположной значимостью: с одной стороны, предотвращение ДТП и травмирования пешеходов, с другой – негативное воздействие на экосистемы (почвы, воды, растения) и коррозионная активность по отношению к автомобилям и инженерным сооружениям (металлу, искусственному камню). Страдают также лапы домашних животных, ускоряется старение обувной кожи, замши, резины, полимеров. Сегодня разрабатываются усовершенствованные

<sup>24</sup> ОДМ 218.6.021–2019. Методические рекомендации по применению чистых низкотемпературных противогололедных материалов для зимнего содержания автомобильных дорог // Росавтодор: [сайт]. URL: <https://rosavtodor.gov.ru/storage/app/media/uploaded-files/odm-2186021-2019.pdf> (дата обращения: 07.05.26).

ванные составы ПГМ, в которых к традиционным солевым компонентам добавляют модификаторы, снижающие агрессивность противогололедных материалов в отношении объектов окружающей среды [24–27].

Снижению негативного влияния химических реагентов способствует своевременная уборка и вывоз снега на специальные полигоны. В Москве таких полигонов нет, поскольку проблема решается путем плавления снега на ССП (снегосплавных пунктах) с очисткой талой воды (точнее – соляного раствора) перед сливом в коллекторы. При этом водосточная сеть Мосводостока изолирована от городской канализации. По данным на 2025–2026 гг., в Москве действует 51 стационарный снегоплавильный пункт, управляющие компании – «Мосводоканал» и «Мосводосток». Общая мощность этих пунктов позволяет утилизировать до 650 тыс. м<sup>3</sup> снега в сутки. Кроме того, в столице там, где нет стационарных пунктов, используются мобильные снегоплавильные установки (на сегодня свыше 220), работающие на газовом или дизельном топливе. В большинстве регионов России нет финансовой возможности обеспечить такой высокий уровень снегоборьбы.

В целом по стране ситуация с использованием ПГМ по регионам неоднородная. В тройку наиболее часто применяемых материалов входят пескосоляная смесь (ПСС), техническая соль (галит) и современные многокомпонентные реагенты с высокой стоимостью. Такой выбор материалов диктуется не экологическими, а бюджетными проблемами.

Относительно дешевая ПСС включает техническую соль и песок – фрикционный материал, который постепенно накапливается. При нахождении на дороге он истирается колесами автомобилей и образуется мелкодисперсная пыль, создающая весной пылевые бури. Смесь песка с остатками ГСМ, частицами от истирания шин, тормозных колодок и асфальтобетонного покрытия, тяжелых металлов – одна из причин весенней аллергии у людей.

### **Экономические причины низкого качества снегоудаления с городской территории**

Экономические причины плохой уборки снега связаны с финансовыми, кадровыми, техническими и организационными факторами. Часть из них была рассмотрена выше.

1. *Недостаточное финансирование.* Ограниченные бюджетные средства, выделяемые на уборку снега, часто не покрывают потребности в технике, материалах или оплате труда. Во многих регионах наблюдается дефицит средств на обновление автопарка снегоуборочной техники, а также на закупку запчастей. В сельских районах финансирование нередко идет по остаточному принципу: сначала финансируются федеральные и региональные трассы, затем – районные, а деревенские улицы оказываются в конце списка. Приобретение спецтехники, ПГМ и самой услуги по содержанию дорог происходит на тендерной основе, а здесь ключевой принцип самой низкой цены в предложении, что далеко не всегда идет на пользу качеству выполняемых работ. К тому же тендер заключается лишь на год, поэтому подрядчик не может строить долгосрочных планов, чтобы приобретать новую современную технику.

2. *Дефицит кадров.* Значительная доля работ в снегоуборочной отрасли до сих пор требует участия человека. Одна из основных причин проблем

в сфере ЖКХ – дефицит рабочей силы. По данным мониторинга Минстроя, проведенного в начале 2025 г., недостаток работников в отрасли составлял около 21 % от штатной численности. В апреле 2024 г. Институт развития предпринимательства и экономики оценивал дефицит низкоквалифицированных специалистов в России в 42,5 %. Во многих городах зарплата дворников остается неконкурентной, что ведет к оттоку кадров в курьерские службы, на склады маркетплейсов, в такси и др. При наличии учебных заведений и специальных учебных программ по подготовке и переподготовке специалистов для ЖКХ не хватает молодежи. Становится все острее вопрос дефицита рабочих, которым можно поручить очистку крыш и тротуаров. По данным сервиса «Авито. Работа», в период снегопадов с декабря 2025 г. по 11 января 2026 г. число вакансий для дворников в России увеличилось на 156 % по сравнению с аналогичным периодом прошлого года, а средняя зарплата по стране достигла 93 900 руб. в месяц. Аналогичная ситуация наблюдается и с механизаторами, управляющими спецтехникой: количество таких специалистов снижается, несмотря на попытки муниципалитетов сделать более привлекательными такие рабочие места за счет соцпакетов.

Однако не во всех регионах власти располагают достаточным количеством средств для того, чтобы конкурировать по зарплатам с маркетплейсами и заводами.

Вариантом решения кадровой проблемы может быть привлечение обычных граждан и бизнеса в период экстремальных снегопадов как за рубежом, на добровольной основе или за материальное вознаграждение.

3. *Износ техники.* Во многих регионах фиксируется значительный (свыше 60 %) износ снегоуборочной техники. При этом обновление парка происходит за счет приобретения машин китайского, а не отечественного производства, что тормозит развитие последнего.

4. *Рост стоимости ГСМ и запчастей.* Это ведет к увеличению общих затрат на уборку, что снижает возможности для модернизации техники и привлечения дополнительных ресурсов.

5. *Неэффективное использование ресурсов и применение коррупционных схем.* Слабый контроль приводит к тому, что техника может простаивать, уборка проводится не в полном объеме и с нарушением технологий (с использованием несоответствующих типов машин, с перерасходом ПГМ). Эксперты и депутаты в соцсетях, а также результаты прокурорских проверок сообщают о фактах лоббирования, хищения выделяемых бюджетных средств с созданием фиктивных отчетов о проведенных работах.

6. *Затруднения в планировании.* Выделение финансирования происходит 1 раз в год. При планировании средств невозможно спрогнозировать, какое количество снега выпадет в следующем году. Это затрудняет адекватную подготовку к зимнему сезону.

Для решения этих проблем эксперты предлагают, например, увеличивать финансирование отрасли, привлекать дополнительные кадры через повышение зарплат и социальные программы, обновлять технику, проводить аудит расходования бюджетных средств, совершенствовать систему подготовки специалистов и оптимизировать использование ресурсов.

### Заключение

Проблемы снегоборьбы, являясь значительной составляющей экологического кризиса для большей части территорий России с продолжительным холодным периодом, слишком сложны и многоплановы, чтобы ими занимались только небольшие группы людей из разных областей знаний, не коммуницируя друг с другом. Поэтому для группы наук, исследующих вопросы устойчивого развития производственных отраслей при балансе интересов общества, бизнеса, власти, необходимы государственные структуры, которые выявляют, нанимают, поддерживают и удерживают широко мыслящих специалистов, устраняя барьеры на их научном пути, оказывая помощь в реализации планов по управлению системой экологически безопасного зимнего содержания дорог и улиц.

Опираясь на материалы, представленные в этой статье, сформулируем некоторые промежуточные выводы, на основе которых возможно создание комплексной межведомственной непротиворечивой программы действий для достижения баланса между безопасностью людей, городской инфраструктуры и сохранением окружающей среды в зимний период.

1. Основными принципами УСЭБЗСДУ должны быть не борьба с последствиями негативных эффектов от снегоборьбы, а работа на опережение; непрерывный контроль и надзор за строгим соблюдением регламентов и технологий; разработка и применение новых экологически безопасных противогололедных материалов, соответствующих государственным стандартам.

2. Необходимо организовать обновление действующих и разработать новые стандарты, законы, правила и другие нормативно-правовые документы, максимально увязанные друг с другом в части экологически безопасного зимнего содержания дорог и улиц.

3. В вузах начать подготовку кадров в сфере содержания дорог, ЖКХ, инженерной экологии, способных разрабатывать проекты и технологии экологически безопасного зимнего содержания городской среды с учетом особенностей (климатических, геологических, природоохранных и др.) каждого населенного пункта.

В статье рассмотрены не все вопросы, требующие изучения, синтеза результатов, выявления взаимосвязей и принятия серьезных управленческих решений на муниципальном, региональном и ведомственном уровнях с участием ученых и практиков из разных областей науки и техники. Объединение данных из различных блоков анализа проблемы позволяет понять ее комплексную природу. Например, как геоэкологические риски влияют на ЖКХ и содержание дорог; как подтопление усугубляет эти проблемы; как длительное нахождение снежной засоленной массы, сдвинутой с проезжей части на обочины, бордюры, тротуары и к стенам зданий, способствует их быстрому разрушению; как неудовлетворительное содержание дорог в зимний период ведет к образованию дорожных заторов, что, в свою очередь, увеличивает загрязнение воздуха выхлопными газами и обуславливает дорожно-транспортные происшествия.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Лобкина, В.А., Генсиоровский, Ю.В. Проблемы размещения снежных полигонов на урбанизированных территориях (на примере г. Южно-Сахалинск) // Вестник ДВО РАН. 2012. № 3. С. 97–102. EDN: QAWABZ

2. *Примин, О.Г., Путьрев, Е.И., Варюшина, Г.П.* Системное решение проблем уборки и утилизации снега в Москве // Водоснабжение и санитарная техника. 2015. № 4. С. 37–46. EDN: TMLCAP
3. *Пасько, О.А., Захарченко, А.В.* Деградация почвенно-растительного покрова территорий снежных полигонов // Экология и промышленность России. 2021. Т. 25. № 11. С. 30–35. DOI: 10.18412/1816-0395-2021-11-30-35. EDN: PNLIRI
4. *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. EDN: PJQDER
5. *Лобкина, В.А., Генсиоровский, Ю.В., Ухова, Н.Н.* Геоэкологические проблемы участков, занятых снежными полигонами в городах (на примере г. Южно-Сахалинск) // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2016. № 6. С. 510–520. EDN: XDMUCJ
6. *Михалев, М.В.* Снежные полигоны как объекты негативного воздействия на компоненты окружающей среды : специальность 25.00.36 «Геоэкология (по отраслям)» : диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук / Михалев Михаил Викторович, 2021. 130 с. EDN: FWWKJE
7. *Карпушко, М.О., Туркова, А.О.* Влияние климатических условий и физических характеристик снега на зимнее содержание автомобильных дорог под уплотненным снежным покровом // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. 2017. № 1. С. 46–57. DOI: 10.15593/24111678/2017.01.04. EDN: YKUZPZ
8. *Семенова, М.И.* Исследование химического состава снега и его утилизация в городе Санкт-Петербурге // Техногенная и природная безопасность : материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, Саратов, 19–21 апреля 2017 г. Саратов : Амирит, 2017. С. 332–335. EDN: YNSTTL
9. *Булыгина, О.Н., Коришнова, Н.Н., Разуваев, В.Н.* Мониторинг снежного покрова на территории Российской Федерации // Труды Гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации. 2017. № 366. С. 87–96. EDN: YOCOPM
10. *Жарников, В.Б., Пасько, О.А., Ушакова, Н.С., Макарьцова, Е.С.* О содержании мониторинга снежных отвалов и подверженных их влиянию земель северных городов (на примере города Томска) // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2019. Т. 24. № 1. С. 174–191. DOI: 10.33764/2411-1759-2019-24-1-174-191. EDN: ZCHEIH
11. *Лабузова, О.М., Носкова, Т.В., Лысенко, М.С., Овчаренко, Е.А., Папина, Т.С.* Снежный покров городской территории как источник техногенного загрязнения поверхностных вод в период снеготаяния // Принципы экологии. 2016. № 4. С. 33–41. DOI: 10.15393/j1.art.2016.5203
12. *Лобкина, В.А., Музыченко, А.А., Михалев, М.В.* Динамика геохимического состояния грунтов в районах размещения снежных полигонов (г. Южно-Сахалинск) // Криосфера Земли. 2019. Т. 23. № 4. С. 60–67. DOI: 10.21782/KZ1560-7496-2019-4(60-67). EDN: PGRIJQ
13. *Ващук, А.Э.* Оптимизация расходной части бюджета участников финансовых отношений в сфере жилищно-коммунального хозяйства : специальность 08.00.10 «Финансы, денежное обращение и кредит» : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Ващук Ангелина Эдуардовна. Санкт-Петербург, 2014. 180 с.
14. *Соколов, И.А., Филиппова, И.Н.* Оценка эффективности бюджетных расходов на жилищно-коммунальное хозяйство в регионах России // Проблемы прогнозирования. 2022. № 4 (193). С. 147–158. DOI: 10.47711/0868-6351-193-147-158. EDN: RLQEWA
15. *Sambaeva, D., Izakov, J., Kemelov, K., Shaykieva, N., Maymekov, Z., Maymekov, T., Ukeleeva, A.* The Impact of Road Salts on Groundwater and Estimation of the Chlorine Ions by Hydrogen Index // Polish Journal of Environmental Studies. 2022. V. 31. № 2. P. 1327–1336. DOI: 10.15244/pjoes/141342. EDN: XUWEYD
16. *Кужлев, А.* Проблемы уборки снега и льда в городской инфраструктуре в зимний период // Дни науки – 2024 : материалы регионального форума, Новосибирск, 08–26 апреля 2024 г. В 2 частях. Новосибирск : Сибирский государственный университет путей сообщения, 2024. С. 222–228. EDN: KSAIBQ
17. *Дерюшева, Н.Л.* Вопросы нормирования снегоплавильных пунктов в системах водоотведения // Экология урбанизированных территорий. 2014. № 1. С. 76–79. EDN: SGHSVТ

18. Руденко, А.С. Характер загрязненности снежных масс в городе Тюмени // Информация как двигатель научного прогресса : сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 146–148. EDN: BLNXTS.
19. Данилов, В.П., Фролова, Е.А., Кондаков, Д.Ф., Свешикова, Л.Б. Применение физико-химического анализа при разработке и исследовании противогололедных реагентов // Журнал неорганической химии. 2019. Т. 64. № 9. С. 984–987. EDN: FLWFUH
20. Тихвинская, Д.П., Гаранина, Ю.И. Исследование влияния противогололедных реагентов на элементы автомобильных дорог и транспортных средств // Научному прогрессу – творчество молодых. 2023. № 2. С. 262–265. EDN: IHYBUQ
21. Борисов, В.А., Акинин, Д.В., Гасилина, М.А., Романова, А.Р. Теплопроводность снежного покрова и физические процессы, происходящие в нем под влиянием температурного градиента // Resources and Technology. 2023. Т. 20. № 4. С. 45–73. DOI: 10.15393/j2.art.2023.7243
22. Братищева, А.А., Климчук, Д.А. Влияние противогололедных реагентов на окружающую среду // Наука и молодежь XXI века : материалы регионального форума, Новосибирск, 18–28 ноября 2024 г. В 2 частях. Часть 2. Технические науки. Новосибирск : Сибирский государственный университет путей сообщения, 2025. С. 153–157. EDN: VDFLSR
23. Воронина, Л.П., Флерчук, В.Л., Поногайбо, К.Э., Сбитнев, А.В., Абделкадер, М. Оценка потенциального риска хлоридов и их влияние на всхожесть семян и развитие проростков растений // Теоретическая и прикладная экология. 2024. № 1. С. 156–165. DOI: 10.25750/1995-4301-2024-1-156-165. EDN: GWLVNX
24. Герасимов, А.О., Чугунова, М.В. Влияние загрязнения дерново-подзолистой почвы противогололедными реагентами на высшие растения и почвенные микроорганизмы // Экология и промышленность России. 2015. Т. 19. № 4. С. 59–63. EDN: TMITRJ
25. Рязанцев, Д.С., Подгорный, А.А., Пирогов, П.А. Антигололедные реагенты на основе экологически чистых материалов // StudNet. 2020. Т. 3. № 12. С. 1293–1306. EDN: XNZBHJ
26. Ачкеева, М.В., Романюк, Н.В., Авдюшкина, Л.И., Фролова, Е.А., Кондаков, Д.Ф., Данилов, В.П., Хомяков, Д.М., Быков, А.В. Противогололедные реагенты на основе ацетатов и хлоридов магния и натрия // Химическая технология. 2013. Т. 14. № 4. С. 193–198. EDN: PLLSDR
27. Фролова, Е.А., Кондаков, Д.Ф., Данилов, В.П. Противогололедные свойства композиций из нитрата кальция, этанола и воды при температурах ниже нуля градусов Цельсия // Химическая технология. 2023. Т. 24. № 5. С. 162–169. EDN: JAJSGP

## REFERENCES

1. Lobkina, V.A., Gensiorovskii, Yu.V. Problems of Placing Snow Polygons in Urbanized Territories (the Yuzhno-Sakhalinsk case study). *Vestnik DVO RAN*. 2012; (3): 97–102. EDN: QAWABZ (In Russian)
2. Primin, O.G., Pupyrev, E.I., Varyushina, G.P. A Systematic Solution to the Problems of Snow Removal and Disposal in Moscow. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika*. 2015; (4): 37–46. EDN: TMLCAP (In Russian)
3. Pas'ko, O.A., Zakharchenko, A.V. Soil and Vegetation Cover Degradation in Snow Polygons. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 2021; 25(11): 30–35. DOI: 10.18412/1816-0395-2021-11-30-35. EDN: PNLIRI (In Russian)
4. 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. Ser. 5. Geografiya*. 2012; (4): 14–24. (In Russian)
5. Lobkina, V.A., Gensiorovskii, Yu.V., Ukhova, N.N. Geoecological Issues Related to Areas Occupied by Snow Dumping Sites in Cities (Yuzhno-Sakhalinsk). *Geoekologiya. Inzhenernaya geologiya, gidrogeologiya, geokriologiya*. 2016; (6): 510–520. EDN: XDMUCJ (In Russian)
6. Mikhalev, M.V. Snow Landfills as Objects of Negative Impact on the Environment. PhD Thesis. 2021. 130 p. EDN: FWWKJE (In Russian)
7. Karpushko, M.O., Turkova, A.O. Influence of Climatic Conditions and Physical Characteristics of Snow on the Winter Maintenance of Highways Under Dense Snow Cover. *Transport. Transportnye sooruzheniya. Ekologiya*. 2017; (1): 46–57. DOI: 10.15593/24111678/2017.01.04. EDN: YKUZPZ (In Russian)

8. Semenova, M.I. Chemical Composition of Snow and its Disposal in Saint-Petersburg. In: *Proc. Int. Sci. Conf. 'Technogenic and Natural Safety'*. Saratov, April 19–21, 2017. Pp. 332–335. EDN: YNSTTL (In Russian)
9. Bulygina, O.N., Korshunova, N.N., Razuvaev, V.N. Monitoring of Snow Cover on the Territory of the Russian Federation. *Trudy Gidrometeorologicheskogo nauchno-issledovatel'skogo tsentra Rossiiskoi Federatsii*. 2017; 366: 87–96. EDN: YOCOPM (In Russian)
10. Zharnikov, V.B., Pas'ko, O.A., Ushakova, N.S., Makartsova, E.S. Monitoring of Snow Dumps and Lands Affected by them in Northern Cities (the Tomsk case study). *Vestnik SGUGiT*. 2019; 24(1): 174–191. DOI: 10.33764/2411-1759-2019-24-1-174-191. EDN: ZCHEIH (In Russian)
11. Labuzova, O.M., Noskova, T.V., Lysenko, M.S., Ovcharenko, E.A., Papina, T.S. Snow Cover of Urban Territory as a Source of Anthropogenic Pollution of Surface Waters during Snowmelt. *Printsipy ekologii*. 2016; (4): 33–41. DOI: 10.15393/j1.art.2016.5203 (In Russian)
12. Lobkina, V.A., Muzychenko, A.A., Mikhalev, M.V. Dynamics of Geochemical State of Soils in Snow Polygons (Yuzhno-Sakhalinsk). *Kriosfera Zemli*. 2019; 23(4): 60–67. (In Russian)
13. Vashchuk, A.E. Optimization of Budget Expenditure of Financial Relations Participants in the Field of Housing and Communal Services. PhD Thesis, 2014. 180 p. (In Russian)
14. Sokolov, I.A., Filippova, I.N. Evaluation of Budget Expenditure Effectiveness on Housing and Communal Services in Russian Regions. *Problemy prognozirovaniya*. 2022; 4(193): 147–158. DOI: 10.47711/0868-6351-193-147-158. EDN: RLQEWA (In Russian)
15. Sambaeva, D., Izakov, J., Kemelov, K., Shaykieva, N., Maymekov, Z., Maymekov, T., Ukeleeva, A. The Impact of Road Salts on Groundwater and Estimation of the Chlorine Ions by Hydrogen Index. *Polish Journal of Environmental Studies*. 2022; 31(2): 1327–1336. DOI: 10.15244/pjoes/141342. EDN: XUWEYD
16. Kuklev, A. Problems of Snow and Ice Removal in Urban Infrastructure in Winter. In: *Proc. Regional Forum 'Days of Science – 2024'*, in 2 parts. Novosibirsk, April 08–26, 2024. Pp. 222–228. EDN: KSAIBQ (In Russian)
17. Deryusheva, N.L. Issues of Rationing of Snow Melting Points in Drainage Systems. *Ekologiya urbanizirovannykh territorii*. 2014; (1): 76–79. EDN: SGHSVT (In Russian)
18. Rudenko, A.S. The Nature of Snow Pollution in Tyumen. In: *Proc. All-Russ. Sci. Conf. 'Information as an Engine of Scientific Progress'*. 2019. Pp. 146–148. EDN: BLNXTS (In Russian)
19. Danilov, V.P., Frolova, E.A., Kondakov, D.F., Sveshnikova, L.B. Physicochemical Analysis of the Development and Research of Deicing Reagents. *Zhurnal neorganicheskoi khimii*. 2019; 64(9): 984–987. EDN: FLWUFH (In Russian)
20. Tikhvinskaya, D.P., Garanina, Yu.I. Investigation of Deicing Reagent effect on Roads and Vehicles. *Nauchnomu progressu – tvorchestvo molodykh*. 2023; (2): 262–265. EDN: IHYBUQ (In Russian)
21. Borisov, V.A., Akinin, D.V., Gasilina, M.A., Romanova, A.R. Thermal Conductivity of Snow Cover and Physical Processes under the Influence of Temperature Gradient. *Resources and Technology*. 2023; 20(4): 45–73. DOI: 10.15393/j2.art.2023.7243 (In Russian)
22. Bratishcheva, A.A., Klimchuk, D.A. The Impact of Deicing Reagents on the Environment. In: *Proc. Regional Forum 'Science and Youth of the 21st Century'*, in 2 parts, Novosibirsk, November 18–28, 2024. 2025. Pp. 153–157. EDN: VDFLSR (In Russian)
23. Voronina, L.P., Flerchuk, V.L., Ponogaibo, K.E., Sbitnev, A.V., Abdelkader, M. Potential Risk and Effect of Chlorides on Seed Germination and Plant Seedling Development. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya*. 2024; (1): 156–165. DOI: 10.25750/1995-4301-2024-1-156-165. EDN: GWLVNX (In Russian)
24. Gerasimov, A.O., Chugunova, M.V. Influence of Pollution of Sod-podzolic Soil by Anti-icing Reagents of Higher Plants and Soil Microorganisms. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 2015; 19(4): 59–63. EDN: TMITRJ
25. Ryazantsev, D.S., Podgornyi, A.A., Pirogov, P.A. Deicing Reagents Based on Environmentally Friendly Materials. *StudNet*. 2020; 3(12): 1293–1306. (In Russian)
26. Achkeeva, M.V., Romanyuk, N.V., Avdyushkina, L.I., Frolova, E.A., Kondakov, D.F., Danilov, V.P., Khomyakov, D.M., Bykov, A.V. Anti-icing Reagents Based on Acetates and Chlorides of Magnesium and Sodium. *Khimicheskaya tekhnologiya*. 2013; 14(4): 193–198. EDN: PLLSDR (In Russian)

27. Frolova, E. A., Kondakov, D. F., Danilov, V. P. Deicing Properties of Compositions of Calcium Nitrate, Ethanol and Water at Temperatures Below Zero Degrees Celsius. *Khimicheskaya tekhnologiya*. 2023; 24(5): 162–169. EDN: JAJSGP (In Russian)

#### Сведения об авторах

Лукашевич Ольга Дмитриевна, докт. техн. наук, профессор, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, odluk@yandex.ru

Адам Александр Мартынович, докт. техн. наук, профессор, зав. кафедрой, Национальный исследовательский Томский государственный университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, adam@green.tsu.ru

Лукашевич Виктор Николаевич, докт. техн. наук, профессор, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, vnluc@yandex.ru

#### Authors Details

Olga D. Lukashevich, DSc, Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, odluk@yandex.ru

Aleksandr M. Adam, DSc, Professor, National Research Tomsk State University, 36, Lenin Ave., 634050, Tomsk, Russia, adam@green.tsu.ru

Viktor N. Lukashevich, DSc, Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, vnluc@yandex.ru

#### Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.  
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Authors contributions

The authors contributed equally to this article.  
The authors declare no conflicts of interests.