**Изучение последствий применения противогололёдных реагентов**

**на дорогах г. Нягань.**

Авторы: Кондратьева Анастасия, Хаит Анжелика, ученицы 10 в класса

Муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения МО г Нягань

«Средняя общеобразовательная школа №6»

**План исследований.**

**Исследуемая проблема**

Каково влияние компонентов, входящих в состав противогололёдных смесей, при их попадании в почву или непосредственно на семена растений, а также на металлические предметы – ограждения дорог, светофоры, дорожные знаки автомобили и т.д.

**Рабочая гипотеза**

Влияние солей в противогололёдных смесях на растения и металлические конструкции отрицательное, поэтому дорожным службам необходимо принимать меры для уменьшения этого воздействия на окружающую среду.

**Актуальность исследований**

Проживание в регионе, где большую часть года стоят отрицательные температуры, вынуждает задуматься о безопасном передвижении по заснеженным дорогам, тротуарам, и в тоже время всем хочется дышать чистым воздухом, видеть нарядные клумбы и зелёные деревья вдоль дорог летом, жить в экологически безопасном городе.

**Задачи исследования:**

1. изучить вопрос необходимости использования противогололёдных смесей разного состава и их отличие;

2. найти в источниках описание возможного влияния компонентов смесей на растения и металлы, продумать постановку опытов и экспериментально проверить эти данные.

**Научная новизна работы**

Исследованиями по теме влияния противогололёдных смесей на растения занимаются учёные-биологи, мы нашли аннотации к двум диссертациям. Большинство исследований школьников являются близкими, но изучения влияния именно противогололёдных смесей мы не нашли. Поэтому решили часть фактов проверить экспериментально и продумать, как полученные результаты можно использовать. Мы задумались, что можно изменить для улучшения экологической ситуации в нашем городе и уменьшения отрицательного воздействия применения ПГР.

**1. Введение.**

В городах, где проживает большое количество людей, расположены промышленные предприятия и находится многочисленный транспорт, появляется совершенно новая среда обитания. Для неё характерны: высокий уровень загрязнений, специфический тепловой режим, угнетение растительности, загрязнение почвы. С накоплением загрязнений, увеличивается концентрация органических веществ в открытых водоемах, в свою очередь это приводит к усложнению и удорожанию очистки питьевой воды.

Все это приводит к необходимости задуматься об охране природной среды городов.

Экологические проблемы городов существенно усложняются при их расположении в северных широтах, так как возникает необходимость создания условий для выживания городов в условиях атмосферных осадков при отрицательных температурах окружающей среды в зимний период. Известно, что снежный покров накапливает значительную часть атмосферных загрязнений, он является индикатором техногенной нагрузки на окружающую среду.

**1.1. История применения ПГР в России.**

  Впервые химикаты применили в СССР еще в 1972 году.   В 1995 - 1996 гг. было принято решение в качестве антигололедного реагента использовать техническую соль (NaCI) (схема в приложении 1). Одним из главных ее преимуществ было то, что она моментально растопляла лед. Техсоль способна эффективно работать в низком диапазоне температуры. Одним из серьезных недостатков в применении технической соли стало то, что очень большое ее количество попадало в почву, вызывая засоление. В результате происходил процесс накопления вредных для растений веществ в почве, главным образом - хлористого натрия (хлорида). За многие десятилетия применения соли в Москве (по подсчетам ученых, около 50 тысяч тонн за каждую зиму) погибло большое количество зеленых насаждений [8].

   В 2001 - 2002 гг. власти Москвы приняли решение полностью отказаться от соли и перейти к использованию новых противогололедных реагентов (ПГР). В качестве основных стали применяться твердые хлориды: ХКФ (хлористый кальций, ингибированный фосфатами), Айсмелт (хлористый кальций, натрий модифицированный - ХКНМ), ХКМ (хлористый кальций гранулированный) и противогололедные реагенты "Нордекс" и "Биомаг".

   2005 - 2006 годы. Московские власти отказались от применения хлористого магния из-за тенденций к накоплению аниона магния в почвах и природных водах.

   2007 год. Правительство Москвы выпускает постановление "О порядке допуска к применению противогололедных реагентов для зимней уборки объектов дорожного хозяйства в городе Москве". Тогда же было принято решение об отказе от применения противогололедных реагентов на тротуарах из-за многочисленных жалоб горожан на испорченную обувь.

   В 2011 году в технологию зимней уборки был внесен ряд изменений, в том числе в перечень разрешенных к применению противогололедных реагентов был добавлен материал на основе формиата натрия - соли муравьиной кислоты. В применяемом сейчас на московских улицах противогололёдном реагенте его доля варьируется от 25 до 50%. По мнению экологов, муравьиная кислота дает очень интересный эффект: если смотреть на это в малом масштабе, она позволяет остальным реагентам более эффективно действовать, являясь химическим катализатором. Кроме того, кислота является стабилизатором хлорида натрия по отношению к растительности. Если хлорид натрия попадает на газон с муравьиной кислотой, засорение почв существенно уменьшается.

   В последние годы гранитная крошка была заменена на мраморную. Дело в том, что мрамор - минерал органического происхождения. Это кальций, но в органических формах, особый вид удобрения. При нагрузке он деформируется чешуйками. Мрамор обладает хорошей сцепкой с подошвой. Он налипает на подошву, и вы перемещаетесь, постепенно стирая его о поверхность.

   Действующая сейчас в Москве технология прошла все необходимые испытания. Она была тщательно скорректирована по итогам общественных слушаний и разрешена к применению на ближайшие 10 лет. Однако это не мешает процессу ее постоянного совершенствования. Так, в 2012 году на территории Москвы был предложен к использованию новый противогололёдный материал на основе природного бишофита (хлористого магния). По данным руководителя лаборатории гигиены почвы НИИ имени Сысина Игоря Крятова, в бишофитах, помимо хлористого магния, также содержатся многие токсичные элементы: тяжелые металлы и галогены. Они существенно активизируют коррозийные процессы, представляют потенциальную опасность для растений, животных и человека [5].

**1.2. Химический состав противогололёдных смесей.**

В качестве противогололедных реагентов в России используются: хлорид натрия (NaCl); хлориды кальция (CaCl2), калия (KCl), магния (MgCl2). И всё-таки, основным противогололедным реагентом является соль – хлорид натрия NaCl, поскольку остальные реагенты значительно дороже. При температурах от 0 до – 10оС применяется соль, смоченная водой в соотношении: 23% соли и 77% воды. При более низких температурах применяется соль с песком (20% соли, 80% песка) [2].

За рубежом часто используют соли органических кислот – карбамиды, кальций - магнезиальный ацетат (CaMg2((C2H3OO)2)6); ацетатные материалы (KC2H3O2), или иные органические реагенты – спирты, гликоли, торф и вытяжки из него, золу [1]. Кроме сухих веществ, их растворов или смоченных солей находят применение и такие компоненты, как абразивы: песок, щебень, магматические породы, известняк. Выбор оптимальных средств борьбы с гололедом и их количество следует рассматривать с двух позиций: технико-экономической и экологической.

**1.3. Альтернатива ПГР в России и за рубежом.**

В России имеется опыт по экспериментальному применению препарата «Грикол», получаемого в результате помола смеси, состоящей из 90% хлоридов натрия, кальция и 10% кремний-органического гидрофобизатора [4]. Гидрофобные свойства, которыми обладает «Грикол», усиливают противогололедный эффект за счет снижения прилипания льда к дорожному покрытию, уменьшают трудозатраты по очистке поверхности после обильных снегопадов и предотвращают образование снежного наката.

Препарат «Грикол» не допускает повторного образования льда при переходе температуры через 0°С. Реагент вводят в состав асфальтобетонных и черных смесей в процессе их приготовления. Использование «Грикола» позволяет сократить расход противогололедных материалов, снизить коррозионное воздействие в период зимнего содержания дорог на 30%. В процессе эксплуатации, под влиянием истирающего воздействия колес АТС, образующаяся на дорожном покрытии насыщенная хлоридами водно-полимерная пленка препятствует сцеплению снежно-ледяных образований с поверхностью, увеличивает сопротивление скольжению и не влияет на износ дорожной одежды.

Использование противогололедных реагентов оказывает существенное влияние на окружающую среду. Внимание экологов к поведению хлоридов в природных системах объясняется высокой обменной активностью и хорошей растворимостью этих веществ в воде. Возможное накопление химических реагентов (солей) в придорожной полосе происходит как в поверхностном слое почвы - зоне корневой системы растений, так и на глубине от 0,6 м до 10 м и ниже, достигая грунтовых вод.

По данным Екатеринбургского филиала ГипродорНИИ, больше всего хлоридов содержится в снеге на расстоянии до 3 м от бровки земляного полотна на откосах дороги [6]. Количество хлоридов снижается на расстоянии до 20 м от обочины, если для очистки дорожного покрытия применяют машины, сбрасывающие снег у обочин. Там, где используют роторные снегоочистители, разбрасывающие снег до 30 м от обочины, наблюдается два пика скопления противогололедных реагентов — на расстоянии до 3 и 15...20 м от бровки земляного полотна.

В последние годы в Финляндии стал использоваться кальций-магнезиальный ацетат, биораспад которого наступает примерно через 20 дней. Ограничением применения ацетата является его более высокая, чем у прочих реагентов, стоимость и способность снижать при биораспаде содержание кислорода в воде.

В **США** за последние 20 лет потребление соли стабилизировалось на уровне 8–12 млн. тонн в год, при этом соль практически полностью вытеснила абразивные материалы. Основным реагентом (около 90% от всех применяемых) является хлорид натрия, что обусловлено его низкой ценой и доступностью. Вторым по значимости химическим реагентом является хлорид кальция.

Для повышения сцепления автомобиля с дорогой в зимнее время в **США** предложено средство, представляющее собой смесь из 4-х компонентов. До90% этого средства составляют абразивные вещества (карбонат кальция в видемелкого гравия, зола, сульфат бария, порошок твердой резины или полимеров).Около 30% составляют вещества нехлоридного происхождения,способствующие таянию льда и снега (кальциевая или аммиачная селитра,этиленгликоль), 1-5% - водопоглощающие вещества (агломерат оксидакальция), и 1-15% состава приходится на вещества, препятствующиеслеживанию средства (олеат цинка или аммония, тальк).

Запатентован также состав химических веществ, который включает хлорид натрия и хлорид калия в соотношениях от 1:1 до 4:1 и добавку мочевины в количестве 1-4 %. Эти соли хорошо растворяются в воде и могут эффективно применяться в жидком виде. Для удобства работы и повышения эффекта их использования растворы солей высушиваются при температуре 80-100ОС во вращающейся сушильной установке с немедленным охлаждением при выходе растворов из этой установки. В результате образуются мелкие

кристаллы комплексной соли размером до 2 мм, удобные для равномерного распределения на поверхность дороги.

Опыт применения реагентов в **Северной Америке** показал, что предварительная обработка дороги перед образованием гололеда, обработка во время появления льда и выпадения снега предотвращает возникновение скользкости. Такая технология отличается от традиционной после образования льда («по факту») тем, что предотвращает образование корки льда или снежного наката. Для устранения образовавшегося льда с дороги необходимо внести такое количество реагента, которое бы полностью его расплавило.

Самым эффективным средством борьбы с зимней скользкостью дорожных покрытий в **Германии** считаются соли. Однако с целью сокращения расхода соли (до 10 г/м2) практикуется ежегодное увеличение использования абразивных материалов, что является положительным с точки зрения охраны окружающей среды. В настоящее время запатентовано новое противогололедное средство, которое позволяет уменьшить скольжение транспортных средств, вызывает интенсивное таяние льда и снега, не оказывает коррозионного действия, не поражает органы людей и животных, не повреждает растительность, способствует рыхлению почвы и улучшению ее агротехнических свойств, а также стимулирует рост зеленых насаждений и сельскохозяйственных культур. В качестве такого средства предложены смеси из понижающих температуру плавления и удобряющих почвы материалов и соединений. Для приготовления этих смесей используются эйфельская лава с крупностью частиц до 3 мм и магнезиальный каннит с той же крупностью частиц.

В последнее время в ряде стран (**США, Великобритания, Австрия, Дания, Германия**) для борьбы с гололедом на дорогах в качестве химическогореагента начали широко применять ацетаты (карбоксилаты) щелочных ищелочноземельных металлов или их смеси [1].

Негативное воздействие на окружающую среду может быть в ряде случаев снижено при использовании в качестве противогололедных реагентов органических соединений **типа карбамида**. Карбамид (мочевина) обладает пониженной агрессивностью к материалам дорожного покрытия, металлам. Однако применение карбамида может вызывать накопление нитратов (и иных азотсодержащих соединений), главным образом, в почве и в природных водах. Для объектов гидросферы это может привести к усиленному размножению и возрастанию численности сине-зеленых водорослей (цианобактерий) и

эвтрофикации (цветению) водоемов. Карбамид медленнее взаимодействует со льдом, особенно при температуре ниже -5°С, склонен к комкованию и в 3-5 раз дороже хлоридов.

Для обработки дорожных покрытий также можно использовать **спирты и гликоли,** загрязняющие окружающую среду в придорожной полосе значительно меньше, чем неорганические соли. Но стоимость этих реагентов гораздовыше технической соли, они относятся к пожароопасным веществам, вызываюткоррозию, некоторые из них ядовиты, токсичны для человека и животных, приводят к снижению содержания кислорода в окружающей среде, поскольку подвержены биологической деструкции и выступают как питательный субстратдля микрофлоры воды и почвы. При использовании спиртов и гликолей значительная их доля теряется в результате интенсивного испарения с поверхностидороги.

**1.4. Российские ПГР и их состав.**

**Мы рассмотрели один образец российского производства, широко рекламируемый в Интернете - противогололёдные материалы «БИОНОРД», марки «Универсальный», «Экстра», «Тротуары», «Подъёмы» (зимнее содержание).**

**Инструкция к применению содержит следующую информацию.**

**Область применения:** Предназначен для зимнего содержания дорог, автомагистралей, перекрестков, улиц, дворовых территорий, тротуаров, территорий автобусных парков, остановочных комплексов, автостоянок, гаражей, трамвайных и железнодорожных путей и стрелочных переводов.  
**Физическое состояние:** Кристаллы любой формы различных оттенков белого.  
**Степень токсичности:** 4-й класс опасности.  
**Общая характеристика состава:** Смесь солей щелочных, щелочно-земельных металлов и карбамида.  
**Компоненты состава (массовая доля):** «Тротуары» «Подъёмы» «Универсальный» «Экстра» Формиат калия - не более 80%; не более 80%; не более 35%; не более 98%. Формиат натрия - не более 80%; не более 80%; не более 35%; не более 40%.

Карбонат кальция - не более 80%; не более 80%; не более 20%; не более 50%.

Хлорид кальция - не более 20%; не более 60%; не более 50%; не более 90%.

Хлорид натрия - не более 60%; не более 80%; не более 80%; не более 10%.

Хлорид калия - не более 20%; не более 20%; не более 25%; не более 10%.

Карбамид - не более 20%; не более 20%; не более 25%; не более 10%.

Ацетат калия - не более 70%; не более 60%; не более 35%; не более 98%.  
 Из этой инструкции мы поняли следующее: смесь состоит из восьми компонентов, содержание которых в ней указана неопределенно. При сложении всех указанных допустимых норм только первого состава(первая указанная цифра каждого компонента), получается 430%! Кроме того, из интернета мы нашли, что три вещества из названного состава в химии считаются запрещенными к применению для почв: формиат калия, формиат натрия и ацетат калия. Сам производитель точный состав формулы смеси не раскрывает, но чётко указывает, что все эти реагенты содержатся в нем в той или иной пропорции. Вредное воздействие этой смеси на окружающую среду очевидно, о чём производители умалчивают.

**1.5. Экологические последствия применения ПГР.**

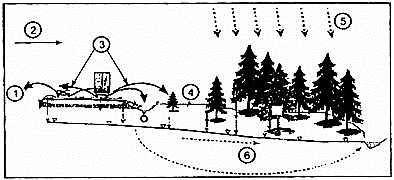
Использование противогололедных реагентов оказывает существенное влияние на окружающую среду. Внимание экологов к поведению хлоридов в природных системах объясняется высокой обменной активностью и хорошей растворимостью этих веществ в воде.

*По мнению ветеринаров* Москвы и Главы департамента природопользования и охраны окружающей среды Антона Кульбачевский, озвученных в интервью "Интерфаксу", нужно разъяснять хозяевам домашних животных об опасности термических ожогов их питомцев из-за распространения противогололедных реагентов зимой. Они объяснили, что жалобы людей на то, что от реагентов, распространяемых в столице, портится обувь и страдают домашние животные, связаны не с химическим воздействием, а с термическим. Ведь если вода замерзает при температуре +2 градуса, то когда применяются противогололедные реагенты, появляется жидкость с температурой, допустим, -200С, при той же температуре на улице. Если туда попадает ботинок или лапа животного, это все равно, что опустить их в кипяток. Тот же самый термический ожог. Использование для домашних животных зимней одежды, и особенно, «обуви» в городах становится необходимо [8].

*Экологи* отмечают, что возможное накопление химических реагентов (солей) в придорожной полосе происходит как в поверхностном слое почвы - зоне корневой системы растений, так и на глубине от 0,6 м до 10 м и ниже, достигая грунтовых вод. Засоление источников воды для нужд города вызывает лишние затраты на очистку и обессоливание.

При отрицательных температурах и отсутствии стока реагенты интенсивно загрязняют снег и вместе с ним перебрасываются уборочными машинами в стороны от проезжей части на расстояние до 50 м в случае, если происходит роторная перекидка снега. Часть солей, не вступивших в реакцию, остается на дорожном покрытии и с брызгами от колес АТС, пылью и снегом может переноситься ветром на значительное расстояние. Значит, городские клумбы, посадки вдоль дорог наиболее уязвимы, а ведь зелёные насаждения играют важную роль в работоспособности автомобильных дорог. Поэтому сохранение и повышение их жизнедеятельности является одной их важнейших задач не только озеленителей и экологов, но и дорожников.

Продолжительные и разносторонние исследования по этому вопросу были проведены в Германии, Швеции, Финляндии и других странах [1]. В Швеции были проведены исследования в области разработки модели воздействия противогололедной соли (*NaCl*) на придорожную полосу, в том числе перемещение ее от автомобильной дороги до зеленых насаждений [1]. Концептуальная схема переноса соли с дороги представлена на рис. 1.



**Рис. 1. Концептуальная схема переноса соли с автомобильной дороги:**

1 - поверхностный сток; 2 - ветер; 3 - брызги и снегоочистка; 4 - распыление; 5 - атмосферные осадки; 6 - перенос соли грунтовой водой

Как видно из схемы, растворенная и твердая соль может попадать в растения и на растения путем переноса ее по воздуху и в зону корневой системы с помощью поверхностных и грунтовых вод. Поэтому нет сомнений, что повреждения могут иметь место либо когда соль осаждается на листве, либо когда она достигает корневой системы.

Симптомы повреждения солью хвойных деревьев часто описываются как потемнение иголок, их осыпание. Некоторые деревья могут ещё нарастить побеги, но если повреждение очень сильное, этого уже не происходит. Отрицательные воздействия солей приводят в результате к уменьшению роста древесных насаждений, а также провоцируют к повреждению грибковыми заболеваниями или насекомыми.   
 Наибольшее распространение в России получило применение хлоридов. Воздействие хлоридов на объекты инженерной инфраструктуры и окружающую среду выражается и в их агрессивном воздействии на конструкции дорожных сооружений, в активизации процессов атмосферной коррозии. На скорость коррозии влияют свойства металла и окислителя, концентрация последнего, а также различные примеси в самом металле и в коррозионной среде—атмосфере или растворе (в основном сульфатов и хлорида натрия).

Влияние хлорида натрия на скорость коррозии кузовов АТС и конструкций дорожных сооружений определяется концентрацией ионов хлора в электролите, образующемся при их растворении в пленке влаги при выпадении дождя, снега или наличии высокой относительной влажности воздуха. За рубежом страховые компании взыскивают с дорожных служб оплату счётов за порчу кузовов АТС.

**Изучение последствий применения противогололёдных реагентов на дорогах г. Нягань.**

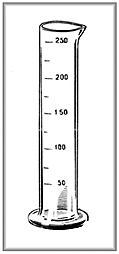
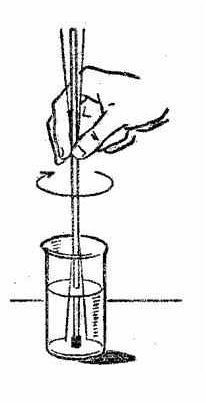
Авторы: Кондратьева Анастасия и Хаит Анжелика, ученицы 10 в класса

Муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения МО г Нягань

«Средняя общеобразовательная школа №6»

**Научная статья (описание работы).**

**Приготовление рабочего раствора.** В качестве рабочего раствора мы приготовили 20% растворы хлоридов натрия, кальция и магния, как наиболее часто используемые компоненты противогололёдных смесей. Для этого точно отмерили 10 г сухих солей на лабораторных электронный весах и растворили каждую навеску в 40 мл воды, отмеренной мерным цилиндром.

[](http://www.google.ru/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&docid=5GVZJy1UKR-4CM&tbnid=156FYc3FGkaEfM:&ved=0CAUQjRw&url=http://www.ati.com.ua/foto-elektronnie-vesi_bbf_393472.html&ei=86kOU8-THYqB4gTxhIEY&bvm=bv.61965928,d.bGE&psig=AFQjCNHYNJGePJ62OxECTZJ23vDEgUXcPw&ust=1393556281710922)  

**2. Методика эксперимента**

**Предварительный этап**. Приготовленный рабочий раствор каждой соли был разведён в два раза для получения 10% раствора. Порция 10%-ого раствора была ещё раз разведена водой до 5%-ого раствора.

**2.1. Опыт №1**.

Цель опыта: проверить процессы набухания и роста корешков у семян фасоли мунг

Были выбраны для исследования семена фасоли золотистой (бобы мунг, маш). После осмотра отобрали семена одинаковой массы, размера, без потертостей и внешних повреждений (фото 1 приложения 4). Семена замочили растворами приготовленных солей, соответственно, 5%, 10% и 20% концентрации комнатной температуры в пронумерованных стаканчиках так, чтобы у бобов был доступ воздуха для дыхания (фото 2 приложения 4). Количество семян определили по 10 штук (для расчёта среднего значения и исключения возможно неправильного понимания результата). Количество стаканов, в общем, составило 10 –на каждую соль было по три пробирки и одна контрольная пробирка, в которой 10 семян были замочены в воде. Замачивание проходило в течение недели, так как начало опытной части совпало с актированными днями, и в лаборатории было прохладно (фото 4 приложения 4).

**2.2. Опыт №2**.

Цель опыта: изучить процессы прорастания и наращивания зелёной массы у семян кресс-салата.

Кресс-салат был нами выбран для опыта из-за неприхотливости и легкости в выращивании. Он не требователен к почве, однако лучше растёт на влажных местах - это растение их любит. Кресс-салат относится к скороспелым растениям, т эти характеристики нам подходили.

В чистые химические стаканы, предварительно пронумерованные и подписанные, были помещены ватные диски, смоченные приготовленными ранее растворами хлоридов. В каждый стакан насыпали некоторое количество семян (численно не считали, не ставилась цель количественного подсчёта). Для создания более комфортных и тёплых условий, все стаканы были помещены в пакет. Проращивание продолжалось в течение недели (фото 1,2 приложения 5).

**2.3 Опыт №3**.

Цель опыта: проверить влияние растворов хлоридов на металлические изделия.

Все растворы хлоридов являются электролитами. Значит, в растворах присутствуют ионы хлора и каждого металла, что увеличивает их химическую активность и должно проявляться в возникновении процессов коррозии металлов. Мы взяли по 5 стальных скрепок, поместили их в стаканы и залили 5% растворами солей хлоридов, приготовленными раннее. Один стакан со скрепками залили обычной водой. В течение 5 дней отмечали изменения в стаканах (фото 1,2 приложение 6)

**3. Выводы.**

1. Влияние различных концентраций растворов солей на процессы набухания, прорастания и развитие ростков фасоли очевидно;
2. процессы набухания и прорастания в природе происходят в почве, следовательно, результаты опытов 1 и 2 могут считаться имитацией природных процессов;
3. наиболее отрицательное влияние на процессы набухания и прорастания выражены после попадания семян в растворы с концентрациями больше 5%;
4. влияние ионов магния на прорастание семян в 5% растворе выражено слабее, чем в растворах кальция и натрия (в нашем эксперименте только в растворе магния семена кресс-салата начали расти на 3 сутки);
5. растворы всех солей вызвали коррозия скрепок, наиболее явный эффект мы отметили в растворах солей кальция и магния.

4. **Заключение.**

В северных городах с годами накапливаются проблемы такие, как: несвоевременное распределение хлоридов при низкой температуре; недостаточно жесткое соблюдение технологии и режима уборки снежно-ледяной массы с проезжей части; использование морально устаревшей техники; передозировка соли, повторяющаяся от сезона к сезону. Эти проблемы приводят к большому перерасходу противогололедных реагентов и ухудшению состояния окружающей среды, что требует новых подходов к решению данной проблемы. Использование песка или мелкого щебня дорожными службами, шипованных автопокрышек водителями способствует существенному усилению пылеобразования, порче дорожного полотна и дальнейшей необходимости его ремонта.   
Применение большого количества солей и песка, использование роторных снегоуборочных машин распространяет применение ПГР на дворовые территории, тротуары и пешеходные зоны. А, следовательно, на нашу обувь и с ней в наши дома, на лапы домашних животных, в наши лёгкие.  
Проблема выбора наименее экологически опасных способов борьбы с обледенением дорог и тротуаров затрагивает интересы всех жителей города.   
В частности, деревья являются «легкими города» - они очищают воздух. Но из-за применяемых ПГР и увеличения их объемов из года в год приводит к тому, что деревья в большом количестве вдоль дорог весной начинают погибать. А это приводит к ухудшению экологической обстановки в городе.

**Список литературы**

1. Васильев А.П., Ушаков В.В. Анализ современного зарубежного опыта зимнего содержания дорог и разработка предложений по его использованию в условиях России. - М.: ФГУП «ИНФОРМАВТОДОР», 2003.

2. Зимнее содержание автомобильных дорог / Г.В. Бялобжеский, А.К. Дюнин, Л.Н. Плакса и др. - М.: Транспорт, 1983.

3. Крешков А.П. Учебник аналитической химии /для студентов технологических специальностей,- М.: 3 изд, 1988, с. 367

4. Расников В.П., Зимнее содержание автомобильных магистралей. - М., 1985. - (Автомоб. дороги: Обзорн. информ. / ЦБНТИ Минавтодора РСФСР; Вып. 4).

5. Требования к противогололедным материалам: ОДН 218.2.027-2003 / Минтранс России, Гос. служба дор. хоз-ва. - ГП «Информавтодор», 2003.

6. [**http://www.gosthelp.ru/text/ObzornayainformaciyaAvtom9.html**](http://www.gosthelp.ru/text/ObzornayainformaciyaAvtom9.html)

Автомобильные дороги и мосты противогололедные материалы для борьбы с зимней скользкостью на автомобильных дорогах и городских улицах   
7. **http://dni.ru/society/2011/11/16/222379.html**

Статья Реагенты на улицах Москвы грозят ожогами

8. **http://mospravda.ru/life/article/glavnoe\_\_ne\_poskolznytsya**

Газета «Московская правда»

**Приложение 1**

Рисунок 1. **История применения ПГР в России**



**Приложение 2**

Таблица 1. **Опасность применения некоторых компонентов ПГР**

