

Автоматизация универсального разбрасывателя противогололедной смеси путем интеграции данных от дорожных метеостанций

В.С. Селезнёв, Е.В. Марсова

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)

Аннотация: В данной статье рассматривается возможность изменения рецептуры противогололедной смеси непосредственно в комбинированной дорожной машине, путем интеграции данных от дорожных метеостанций и модернизация универсального разбрасывателя. Для оперативного изменения рецептуры распределяемой смеси, на примере песко-соляной смеси, предлагается применение двух бункерного универсального разбрасывателя с автоматизированной системой управления. Рецептура распределяемой противогололедной смеси рассчитывается в зависимости от погодных условий. Приведен пример программного обеспечения LabVIEW, для решения локальной задачи по поиску актуальной метеостанции.

Ключевые слова: автоматизация, дорожная машина, универсальный разбрасыватель, противогололедные материалы, подбор состава, система управления.

Введение

Все категории автомобильных дорог в зимний период времени должны соответствовать ГОСТу [1, 2]. В результате неблагоприятных погодных условий автомобильные дороги теряют свои эксплуатационные свойства и не обеспечивают условия безопасного дорожного движения, что, в свою очередь, приводит к повышенному количеству дорожно-транспортных происшествий, из-за снижения коэффициента сцепления между дорожным полотном и покрышкой автомобильного средства.

Все мероприятия по зимнему содержанию дорог носят рекомендательный характер [3]. На рис. 1 показана технологическая схема по распределению твердых противогололедных материалов состоящая из двух операций. Это технологическая операция №1 – распределение противогололедных материалов по дорожному полотну и технологическая операция №2 – очистка дорожного покрытия от остатков снега и/или льда.

Следует отметить, что данные операция выполняются группой специализированной техники на обслуживаемом участке.

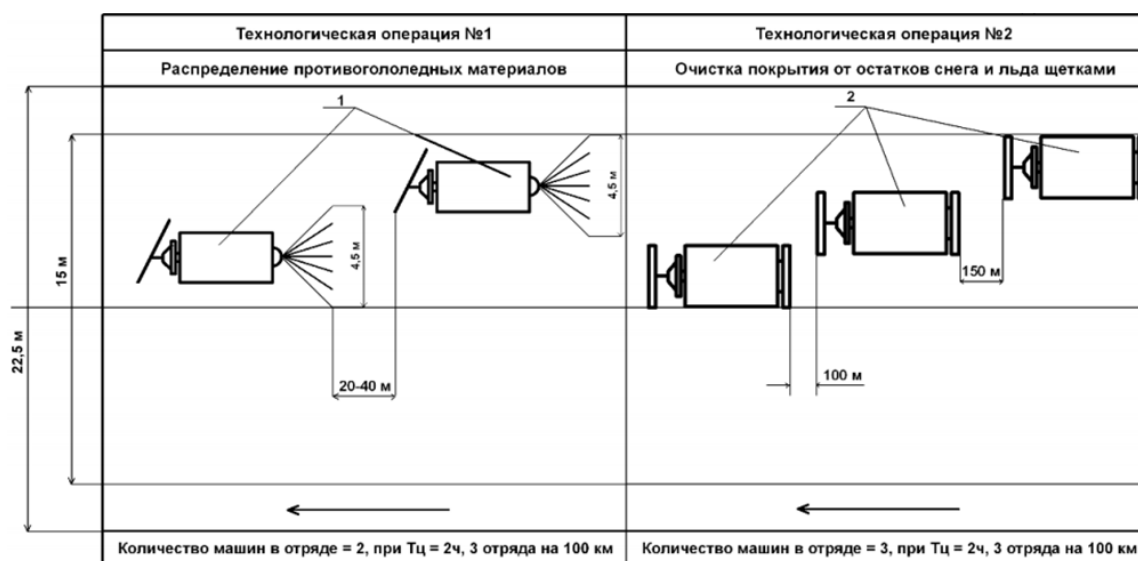


Рис. 1. – Технологические операция по содержанию дорог

Информация о погодных условиях на обслуживаемом участке автомобильной дороги поступает в дорожные службы от Гидрометцентра России. Для федеральных трасс эта информация обновляется каждые 12 часов. Однако данная дискретность информации накладывает ограничения на эффективность применяемых противогололедных материалов, поскольку в процессе распределения противогололедных материалов метеорологическая информация о погодных условиях может измениться.

Для повышения дискретизации информации в настоящее время вводят специальные технические средства – автоматические дорожные метеорологические станции, которые обеспечивают контроль погодных условий на конкретном участке дороги.

В настоящее время [4] действует большое количество этих систем, решены некоторые проблемы с внедрением автоматизированных систем диспетчерского управления, дорожного оповещения и ряд других мероприятий. Станция представляет из себя металлоконструкцию с

навесным оборудованием в виде различных датчиков, например: датчик скорости и направления ветра (возможно отдельная компоновка), температурные датчики (измеряет температуру воздуха и поверхности дорожного покрытия), датчик видимости (оптический) и системный блок управления. Однако ни одна из внедренных систем не использует информационный потенциал станций в полной мере.

Существует ряд классификаций снежноледяных образований как в России, так и зарубежом что подтверждают ряд исследований [5 - 7]. Для организации работ по борьбе и предотвращению образования зимней скользкости необходимо учитывать ее вид, погодные условия, предшествующие и сопутствующие образованию скользкости, и оперативного изменения рецептуры применяемой противогололедной смеси.

Модернизация универсального разбрасывателя

Для содержания автомобильных дорог в зимний период времени используют специализированную дорожную технику [8, 9], комбинированные дорожные машины. Для распределения противогололедного материала по покрытию автомобильных дорог используют специализированные распределители (разбрасыватели). На рис. 2 представлен универсальный разбрасыватель, который устанавливается на кузов самосвала.



Рис. 2. – Универсальный разбрасыватель

Однако данный вид разбрасывателя может регулировать высоту слоя (плотность распределения) и ширину распределения противогололедного материала по дорожному полотну.

Для возможности изменения рецептуры противогололедной смеси необходимо разработать двух бункерного универсального разбрасывателя схема которого представлена на рис 3 [10, 11].

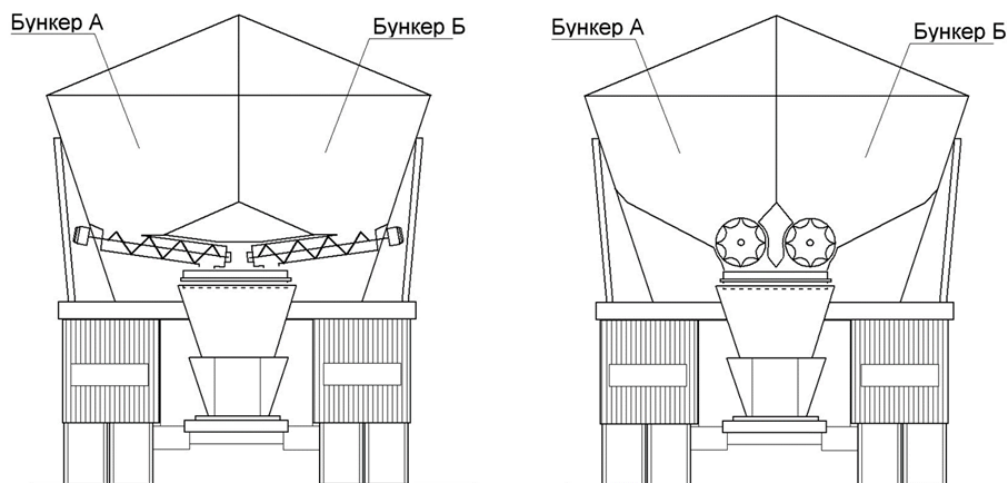


Рис. 3. – Многобункерный универсальный разбрасыватель

В систему управления универсальным разбрасывателем строиться на основе подсистем нахождения ближайшей автоматической дорожной метеорологической станции. Данная система работает непрерывно во время

эксплуатации комбинированной дорожной машины, не требующая вмешательства оператора.

Одним из основных факторов корректности вводимых метеорологических данных является адекватное введение значений координат машины оборудованной универсальным разбрасывателем и автоматической дорожной метеорологической станцией. Поскольку станции являются статическими объектами, то нахождение их координат не является сложной задачей, но координаты машины динамические, поэтому необходимо определение вектора направления пути движения для корректного определения актуальной метеостанции.

Программа управления

С помощью LabVIEW реализована программа управления рецептурой противогололедной смеси. Программа состоит из отдельных подпрограмм, каждая из которых выполняет отдельный заложенный алгоритм. В рассматриваемой подпрограмме координаты задаются в виде матрицы. Принцип работы подпрограммы заключается в следующем. От датчика GPS получает данные через протокол UART – USB в последовательном виде. Эти данные в программе LabVIEW преобразуются в пакет, в котором вычисляется отдельно координата X (широта) и координата Y (долгота) как отдельная независимая переменная. Данные точки являются точками вектора с уловным началом 00. После этого, происходит загрузка координат метеостанции по каналу связи GPS/ГЛОНАСС. Важно, чтобы каждая станция имела свой независимый идентификационный номер для корректного вычисления. После получения широты и долготы автоматизированных метеостанций LabVIEW вычисляет путем скалярного вычитания векторы координат. Блок вычисления координат представлен на рис 4.

Следует отметить, что для каждой метеостанции в программе на базе вентильной матрицы создаётся своя ячейка памяти автоматически по идентификационному номеру каждой метеостанции, куда и записываются все полученные метеоданные. Поскольку передаваемые пакеты данных от станций должны быть унифицированными, то объем таких ячеек задаётся заранее. А поскольку на обслуживаемом участке количество установленных метеостанций заранее известно, то вопрос резервирования памяти вычислительной системы, не является проблемой. Также стоит отметить что при обработке дорожного полотна, каждой метеостанции присваивается «весовой» коэффициент, который рассчитывается в зависимости от удаленности комбинированной дорожной машины от координат станции.

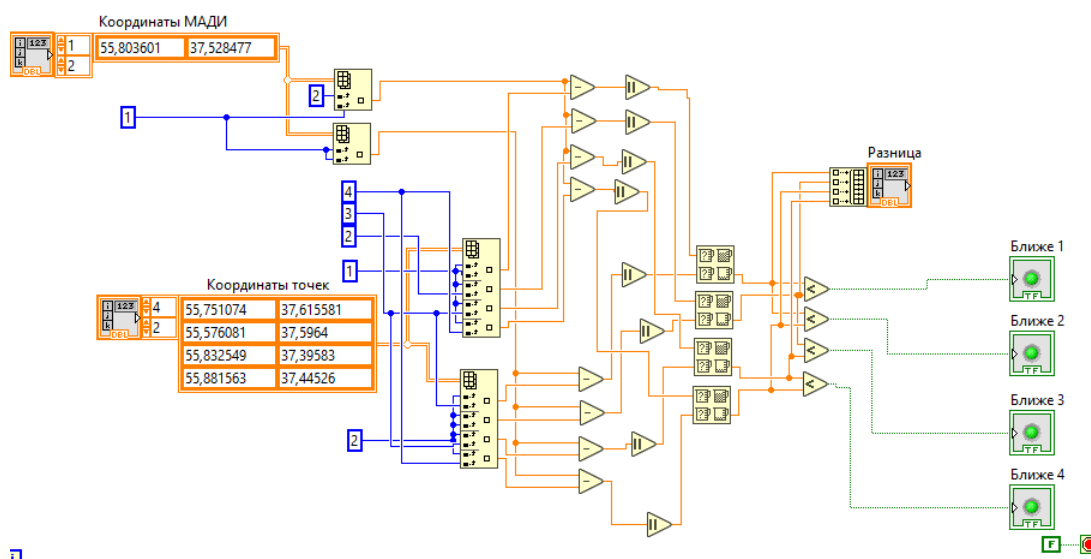


Рис. 4. – Программа вычисления ближайшей координат

После нахождения ближайшей станции или группы станций программа подключается к заранее зарезервированным ячейкам памяти и считывает основные метеопараметры, такие, как: температура воздуха, влажность воздуха, направление ветра и другое. Считанные данные обрабатываются заложенной программой поиска точки росы в зависимости от температуры воздуха и дорожного полотна для определения вида зимней скользкости.

В процессе моделирования значения температуры воздуха и влажности воздуха достигались путем установления значения напряжения на аналоговый входах отладочной платы sbRIO, каждое значение температуры и влажности выступает в виде аргумента-переменной, которая представляет из себя массив данных. Данный массив образуют кластеры, которые включают различные типы данных. Каждому значению температуры воздуха и относительной влажности присваивается условие образования гололеда, после чего возможно построить границы области образования видов зимней скользкости в зависимости от этих погодных условий.

Следует отметить, что при выполнении моделирования из-за больших вычислительных мощностей ЭВМ, все расчеты происходят моментально. Однако, для дозирующего оборудования может потребоваться дополнительное время для определения погрешности и ввода корректировки. Данное допущение не повлияет на точность определения рецептуры распределяемой противогололедной смеси, что является важным аспектом системы.

Заключение

Таким образом, по оперативной информации об окружающей среде, полученной от ближайшей автоматизированной дорожной метеостанции, возможно формировать рецептуру эффективной противогололедной смеси. Внедрение системы управления позволит сократить расход. В результате увеличится качество выполняемых работ за счет верно подобранной рецептуры противогололедного материала, распределяемого при обработке дорожного полотна.

Литература

1. Сапрыкин С. С., Пак В. В. Влияние состояния дорожного полотна и дорожных условий на безопасность дорожного движения // Вестник магистратуры. 2022. №3-1 (126). URL: cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-sostoyaniya-dorozhnogo-polotna-i-dorozhnyh-usloviy-na-bezopasnost-dorozhnogo-dvizheniya.
2. Бурмистров В. А., Шакирзянов Д. И. Основные требования к транспортно-эксплуатационному состоянию территориальных автомобильных дорог в зимний период // Теория и практика современной науки. – 2023. – № 11(101). – С. 44-50.
3. Аржанухина С. П. Современное состояние вопросов зимнего содержания автомобильных дорог // Construction materials. 2010. №5. URL: cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sostoyanie-voprosov-zimnego-soderzhaniya-avtomobilnyh-dorog.
4. ИТС – Системный интегратор проектов по разработке и внедрению интеллектуальных транспортных систем: сайт. – URL: its-sib.ru/system-meteo.
5. Norrman, J. Classification of road slipperiness / J. Norrman // 10 – th SIRWEC Conference, Proceedings. – Davos. 2000. 7 p.
6. Lindqvist, S. Studies of slipperiness on roads. / S. Lindqvist. // GUNI report 12, Dept of Physical Geography. – Gothenburg.: 1975. - 41 p.
7. Самодурова Т.В. Оперативное управления зимним содержанием дорог. Воронеж: ВГУ, 2003. 168 с.
8. Доценко А.И. Коммунальные машины и оборудование. Москва: Архитектура-С, 2005. 343 с.
9. Борисюк Н.В. Зимнее содержание городских дорог. Москва: МАДИ. 2014. 131 с.

10. Селезнёв В. С., Марсова Е. В. Модернизация разбрасывателя противогололедных материалов для повышения его эффективности // Строительные и дорожные машины. 2018. № 12. С. 44-45.

11. Селезнёв В. С., Марсова Е. В. Применение адаптивной системы управления дозаторами непрерывного действия для экономичного распределения противогололедных материалов // Новые материалы и технологии в машиностроении. 2017. № 25. С. 108-110.

References

1. Saprykin S. S., Pak V. V. Vestnik magistratury. 2022. №3-1 (126). URL: cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-sostoyaniya-dorozhnogo-polotna-i-dorozhnyh-usloviy-na-bezopasnost-dorozhnogo-dvizheniya (data obrashhenija: 18.07.2024).

2. Burmistrov V. A., Shakirzjanov D. I. Teoriya i praktika sovremennoj nauki. 2023. № 11(101). p. 44-50.

3. Arzhanuhina S. P. Construction materials. 2010. №5. URL: cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sostoyanie-voprosov-zimnego-soderzhaniya-avtomobilnyh-dorog.

4. ITS – Sistemnyj integrator proektov po razrabotke i vnedreniju intellektual'nyh transportnyh sistem: sajt [ITS – System integrator of projects for the development and implementation of intelligent transport systems]. URL: its-sib.ru/system-meteo.

5. Norrman, J. 10 – th SIRWEC Conference, Proceedings. – Davos. 2000. 7 p.

6. Lindqvist, S. GUNI report 12, Dept of Physical Geography. Gothenburg. 1975. 41 p.

7. Samodurova, T.V. Operativnoe upravlenija zimnim sodержaniem dorog [Operational management of winter road maintenance] Voronezh: VGU, 2003. p. 168.



8. Docenko, A.I. Kommunal'nye mashiny i oborudovanie [Municipal machines and equipment] Moskva: Arhitektura-S, 2005. P. 343.

9. Borisjuk, N.V. Zimnee soderzhanie gorodskih dorog [Winter maintenance of city roads]. Moskva: MADI, 2014. 131 p.

10. Seleznjov V. S., Marsova E. V. Stroitel'nye i dorozhnye mashiny. 2018. № 12. pp. 44-45.

11. Seleznjov V. S., Marsova E. V. Novye materialy i tehnologii v mashinostroenii. 2017. № 25. pp. 108-110.

Дата поступления: 14.06.2024

Дата публикации: 22.07.2024