

# ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ

## В зимнем содержании дорог: международный опыт метеорологических наблюдений

*Качество обслуживания автомобильных дорог в зимний период сильно зависит от возможности точно спрогнозировать снегопад или образование зимней скользкости и вовремя принять меры. Одним из решений этой задачи является современная система метеорологического обеспечения, благодаря которой возможно заранее подготовить дорожное полотно к различным погодным условиям.*

**И.М. Сосенкина**, главный консультант,

**В.С. Тихонов**, консультант, Центр отраслевых исследований и консалтинга, Финансовый университет при Правительстве РФ

Экономическая эффективность внедрения мероприятий по прогнозированию погодных условий и состояния дорожного покрытия на примере департамента технического обслуживания штата Юты была обоснована еще в 2009 году в исследовании «Анализ затрат и выгода использования информации о погодных условиях для зимнего обслуживания» Кристофера Стронга и Хэминга Ши, Университет штата Вашингтон [1]. Авторами было выявлено несколько эконометрических зависимостей, включая зависимость между затратами на зимнее содержание дорожной инфраструктуры и качеством метеорологической информации. Результаты исследования показывают, что использование качественной информации о погодных условиях наряду с решением оптимизационной задачи по операциям технического обслуживания позволяют максимально эффективно использовать ресурсы для сохранения надлежащего уровня содержания дорожной инфраструктуры. Отечественные методические рекомендации по специализированному гидрометеорологическому обеспечению дорожного хозяйства определяют принципы основных положений системы его специализированного обеспечения. Однако на сегодняшний день число действующих автоматических дорожных метеостанций (АДМС) в России невелико. По данным Росавтодора 1060 станций располагается на 157 автомобиль-

ных дорогах по всей стране [2]. В основном это автомобильные дороги федерального значения, реже — регионального. Таким образом, с учетом того, что регламент технического обеспечения АДМС имеет рекомендательный характер [3], качественные прогнозы состояния дорожного покрытия в России доступны лишь в ограниченных зонах.

Одну из лидирующих позиций в мире по метеорологическому обеспечению автодорожных служб занимает Швеция. Разработанная в 1980 году система информационного обеспечения сегодня насчитывает 775 станций, расположенных с высокой плотностью по всей стране. Это позволяет систематизировано получать данные о погодных условиях с датчиков температуры воздуха, влажности, атмосферного давления, температуры дорожного полотна, глубины промерзания поверхности, камер наблюдения и принимать превентивные меры по зимнему содержанию дорог. Разработанный транспортным управлением Швеции проект «Indra 2020» предполагает существенное изменение технологической инфраструктуры всех дорожных станций метеобеспечения, а также радикальное изменение системы обработки и прогнозирования данных [4].

В рамках проекта подразумевается улучшить качество прогнозов путем унификации технических решений, системы калибровки датчиков. Эти меры позволят избежать существующей погрешности измерения, вызванной тем,

что сегодняшнее технологическое обеспечение, поставленное от разных производителей, в силу ограничений не может быть приведено к единому подходу сбора и обработки данных. Транспортное управление Швеции считает, что эффективность работы системы можно получить путем модернизации и увеличения вычислительных мощностей. Вместе с тем отмечается, что увеличение мощностей и пропускной способности сети до 4G необходимо для обработки точного видео с камер, что позволит вывести мониторинг погодных условий на новый уровень [5]. Важно понимать, что качественное метеорологическое обеспечение необходимо также и в городских условиях. Например, в Торонто (Канада) система прогнозирования состояния дорожного покрытия и погодных условий включает в себя 9 метеорологических станций, расположенных в равноудаленной степени друг от друга во всех районах города [6]. Метеорологический центр извлекает и архивирует все данные с девяти станций Торонто Road Weather Information System (RWIS), создает прогноз температуры дорожного покрытия и актуализирует информацию на сайте, который доступен всем городским сотрудникам и подрядчикам, участвующим в зимнем содержании дорог. Кроме того, специальные районные прогнозы отправляются по электронной почте четыре раза в день (в 04.30, 09.00, 14.30 и 20.30) в период с 1 октября по 30 апреля. Прогнозы направляются в диспетчерский центр связи по зимнему

Страна	Описание	Решения	Преимущества
Швеция	Информационная система погоды на дорогах (RWIS) внедрена в 1980 г. На данный момент происходит процесс полной модернизации 775 станций	Унификация датчиков	Гибкость при калибровке, уменьшение погрешности измерений
		Увеличение вычислительных мощностей	Модернизация позволит обрабатывать и хранить большие данные для улучшения качества прогнозов
		Замена поколения мобильной связи с 3G на 4G	Модернизация позволит передавать поточное видео с камер по всей стране для улучшения контроля состояния дорожного покрытия
		Трансляция данных на сайт	Информирует водителей и дорожные службы о состоянии дорожного покрытия и погодных условиях
Канада	В Торонто 9 дорожных метеорологических станций по всему городу; Канада внедряет АДМС с 1999 года, существуют программы дотаций со стороны федерального бюджета	Информационное обеспечение через сайт	Позволяет транслировать информацию и прогнозы для дорожных служб в режиме реального времени
		Систематизированный подход к информационному обеспечению	Диспетчерский центр получает прогнозы 4 раза в сутки
		Пилотный проект интеллектуальной системы в г. Мэйгог и г. Квебек	Реализация позволила улучшить качество прогнозов путем внедрения инновационной оптимизационной модели
		Интеграция метеорологического центра с дорожной инфраструктурой в г. Торонто	Позволяет использовать данные о состоянии дорожного покрытия с 401 камеры
США	Департаменты дорожного хозяйства самостоятельно принимают решения о внедрении систем прогнозирования	Создание нейросети для решения оптимизационной задачи в штате Юта	Нейросеть самостоятельно подбирает комплекс операций в целях обеспечения баланса между безопасностью и расходами на содержание
		Мобильные АДМС	Позволяют проводить температурное картирование, получать качественную информацию с аварийных участков дорог

дорожному обслуживанию. Для предотвращения обледенений также отслеживаются изображения с 401 камеры.

В своей книге *Sustainable Winter Road Operations* [7] авторы описывают альтернативные подходы к сбору информации для прогнозирования состояния дорожного покрытия. В частности, рассматривается целесообразность применения передвижных метеостанций. Мобильные метеостанции представляют собой автомобили, оснащенные различными датчиками сбора информации, которые, помимо стандартных параметров, позволяют отслеживать такие показатели, как толщина слоя льда, коэффициент сцепления шин с поверхностью дороги и измерение покрытия инфракрасными датчиками для температурного картирования. Авторами подчеркивается, что мобильные метеостанции могут скорее дополнить стационарные, нежели заменить. Их удобно применять как эталонные для плановой калибровки стационарных АДМС и оперативно оценивать состояние покрытия на особо аварийных участках дорог. Из минусов использования подобных установок отмечается необходимость частого технического обслуживания в связи с экстремальными условиями эксплуатации. В заключение следует отметить,

что эффективность дорожного обслуживания во многом зависит от глубокого понимания условий окружающей среды, влияющих на состояние дорожного полотна. В последние годы специализированные службы метеорологического обеспечения по всему миру улучшают качество прогнозов дорожного состояния (таблица). Этому способствуют возможности

анализа больших данных для решения внешних задач теплообмена, развитие нейросетевых моделей [8], а также модернизированные технические решения в виде температурного картирования местности или измерение глубины промерзания дорожного полотна с использованием современных термоэлектрических датчиков с сервоприводами. ■

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Strong, C., Shi, X. Benefit-cost analysis of weather information for winter maintenance: A case study // *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2055 — 2008. — Т. 1. — С.119-127.
- Месторасположение автоматических дорожных метеорологических станций // Федеральное дорожное агентство Росавтодор URL: <https://rosavtodor.ru/opendata/7717509757-mestoadsm> (дата обращения: 21.05.2020).
- ОДМ 218.8.001-2009 «Методические рекомендации по специализированному гидрометеорологическому обеспечению дорожного хозяйства» // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200075941> (дата обращения: 29.05.2020).
- Технико-экономическое обоснование проекта «Indra 2020» // Swedish Transport Administration URL: <https://www.trafikverket.se/contentassets/9d8e72bc0c904a9da77abec06d7583c2/study-indra-2020---svenska---swedish.pdf> (дата обращения: 21.05.2020).
- Next generation Road Weather Information System (RWIS) for Sweden // Swedish Transport Administration URL: [https://www.trafikverket.se/contentassets/9d8e72bc0c904a9da77abec06d7583c2/2017\\_rfi\\_new\\_rwis\\_for\\_sweden\\_eng.pdf](https://www.trafikverket.se/contentassets/9d8e72bc0c904a9da77abec06d7583c2/2017_rfi_new_rwis_for_sweden_eng.pdf) (дата обращения: 21.05.2020).
- Winter Maintenance Program Review: City of Toronto // The official website for the City of Toronto URL: <https://www.toronto.ca/legdocs/mmis/2019/ie/bgrd/backgroundfile-138553.pdf> (дата обращения: 29.05.2020).
- Shi, Xianming & fu, liping. *Sustainable Winter Road Operations* // Wiley-Blackwell — 2018. — 512 С.
- Sirvio, Konsta & Hollmen, Jaakko. Spatio-temporal Road Condition Forecasting with Markov Chains and Artificial Neural Networks // *International Conference on Hybrid Artificial Intelligence Systems*, Spain — 2008. — С.204-211.