

---

Гавриленко Т.В., Фёдорова Т.А. Исследование метеорологических показателей, используемых при прогнозе зимней скользкости // Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы: Материалы X Всероссийской научно-практической конференции 16-17 октября 2020 г. / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2020. С. 24-28.

УДК 624.144.8

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ПРОГНОЗЕ ЗИМНЕЙ СКОЛЬЗКОСТИ**

Т.В. Гавриленко, Т.А. Фёдорова

*Сибирский федеральный университет*

**Аннотация.** Краткосрочный прогноз зимней скользкости на автомобильных дорогах осуществляется по регрессионным зависимостям на основе данных о температуре и относительной влажности наружного воздуха, которые получают в результате непосредственных измерений на автоматизированных дорожных метеостанциях или официальных станциях Гидрометцентра России. В статье описываются исследования взаимосвязи между этими погодными показателями, фиксируемыми дорожной метеостанцией и станцией Гидрометцентра в одном населённом пункте. Вычислены коэффициенты корреляции и получены линейные уравнения связи.

**Ключевые слова:** зимняя скользкость, автоматизированная дорожная станция, коэффициент корреляции, уравнение связи между погодными показателями

## **A STUDY OF THE METEOROLOGICAL PARAMETERS USED IN THE FORECAST OF WINTER SLIPPERINESS**

T. V. Gavrilenko, T. A. Fedorova

*Siberian federal University*

**Annotation.** The short-term forecast of winter slipperiness on highways is based on regression dependencies based on data on the temperature and relative humidity of the air, which are obtained as a result of direct measurements at automated road weather stations or official stations of the hydrometeorological center of Russia. The article describes studies of the relationship between these weather indicators recorded by a road weather station and a hydrometeorological center station in one locality. Correlation coefficients are calculated and linear coupling equations are obtained.

**Keywords:** winter slipperiness, automated road station, correlation coefficient, equation of relationship between weather indicators

Возникающая на покрытии автомобильных дорог зимняя скользкость представляет собой опасное явление, осложняющее режим движения автомобильного транспорта. Она включает в себя различные виды, которые можно разделить на четыре основных: гололедица, «чёрный лёд», гололёд и

снежный накат [1]. Каждый вид зимней скользкости имеет свои физические причины возникновения и определённый диапазон значений климатических факторов, приводящих к зимней скользкости.

Например, гололедица образуется в результате замерзания влаги на поверхности дороги в процессе перехода от положительных температур к отрицательным значениям. При понижении температуры покрытия дороги ниже  $0^{\circ}\text{C}$  влага на его поверхности, образуемая от дождя или тающего снега, замерзает. «Чёрный лёд» – это прозрачный и очень тонкий слой льда (практически не видимый из кабины транспортного средства), который возникает на поверхности охлаждённого сухого дорожного покрытия в результате сублимации водяного пара из воздуха. Появление этого вида скользкости возможно в ночное время при широком диапазоне изменения температуры воздуха и относительной влажности воздуха близкой к 100 %. Гололёд возникает при выпадении переохлаждённых осадков (дождя или мороси) на поверхность дороги, уже имеющую отрицательные значения температуры. Снежный накат образуется при наличии снега (при снегопадах или метелях) и при уплотнении его на дорожном покрытии.

Планирование работ по ликвидации зимней скользкости осуществляют на основе прогнозируемых погодных условий. Возможность её возникновения оценивают с помощью регрессионных зависимостей, позволяющих предсказать появление гололедицы и гололёда за три часа [1].

Известно, что образование гололедицы наиболее вероятно при температурах воздуха от минус 2 до минус  $6^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности воздуха от 65 до 85 %. В этом диапазоне значений метеорологических параметров возможность возникновения гололедицы может быть оценена по зависимости

$$Y = -0,170T_{\text{в}} - 0,071W + 5,659, \quad (1)$$

где  $Y$  – величина скользкости;  $T_{\text{в}}$  – температура воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $W$  – относительная влажность воздуха, %. Гололедица ожидается, когда  $Y > 0$ . При  $Y < 0$  она отсутствует [1].

Появление гололёда наиболее вероятно при температурах воздуха от +2 до минус  $5,2^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности от 85 до 100 %. Его прогнозирование осуществляют по регрессионной зависимости:

$$Y = 0,092T_{\text{в}} + 0,104W - 9,142. \quad (2)$$

Таким образом, для предсказания скользкости по формулам (1) и (2) необходимо знать данные по температуре и относительной влажности воздуха.

Для получения оперативной информации о метеорологических условиях используются автоматические дорожные метеостанции (АДМС). Пример фиксируемых данных АДМС приведён на рис. 1.

На автомобильных дорогах Красноярского края установлено 13 АДМС, которые фиксируют основные показатели погоды и состояние дорожного покрытия. Данные обновляются каждые 15 минут и в режиме реального времени доступны на официальном сайте Управления автомобильных дорог Красноярского края [2].

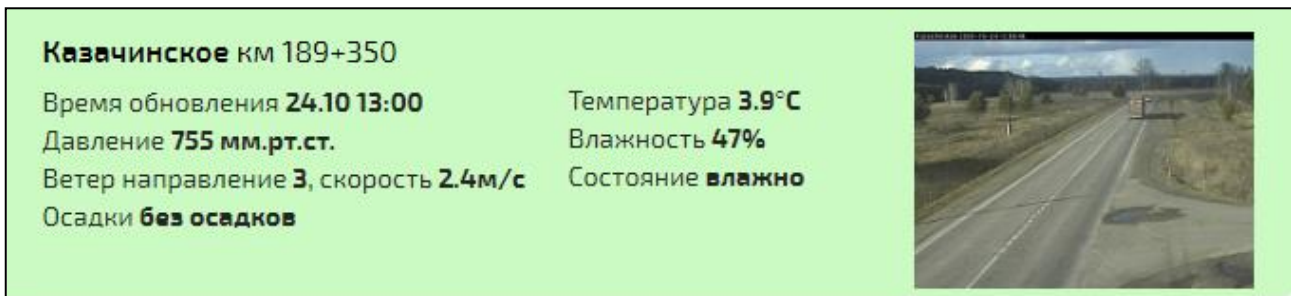


Рис. 1 – Показания дорожной метеостанции на автодороге Красноярск-Енисейск [2]

Помимо данных с АДМС при прогнозировании зимней скользкости нормативный документ [1] рекомендует использовать данные Гидрометцентра России. Они также находятся в открытом доступе на официальном сайте Гидрометцентра [3]. Данные обновляются каждые три часа (Рис. 2).

Россия	Красноярский край	Казачинское
<a href="#">Прогноз погоды</a> <a href="#">Климат</a> <a href="#">Посмотреть Красноярск, Большая Мурта</a>		
24 октября, 13:00 (время местное)		
Атмосферное давление на уровне станции, мм рт.ст.	756	
Температура воздуха, °C	3	
Относительная влажность, %	52.4	
Направление ветра	южный	
Средняя скорость ветра, м/с	4	
Балл общей облачности	7	
Горизонтальная видимость, км	20	

Рис. 2 – Показания станции Гидрометцентра России [3]

Нами было проведено сравнение метеорологических данных, полученных от дорожных метеостанций и станций Гидрометцентра, расположенных в

районе одного и того же населённого пункта – села Казачинского. Данные выписывались ежедневно для одного момента времени (в 10, 13, 16 или 19 часов) с 3 января по 21 марта 2020 года. Для исследований было отобрано 72 показания. На рис. 3 и 4 приведены кривые, связывающие погодные показатели от двух метеостанций, по температуре и относительной влажности соответственно.

Эти кривые были аппроксимированы линейными уравнениями связи между показаниями датчиков температуры дорожной метеостанции и станции Гидрометцентра. Уравнение связи для температуры имеет вид:

$$T_{\text{ГМЦ}} = 1,015T_{\text{АДМС}} + 0,144, \quad (3)$$

где  $T_{\text{АДМС}}$ ,  $T_{\text{ГМЦ}}$  – значения температуры, полученные на АДМС и станции Гидрометцентра в селе Казачинском соответственно.

Уравнение связи между показаниями датчиков относительной влажности

$$W_{\text{ГМЦ}} = 1,007W_{\text{АДМС}} + 2,84, \quad (4)$$

где  $W_{\text{АДМС}}$ ,  $W_{\text{ГМЦ}}$  – значения относительной влажности, полученные на АДМС и станции Гидрометцентра в селе Казачинском соответственно.

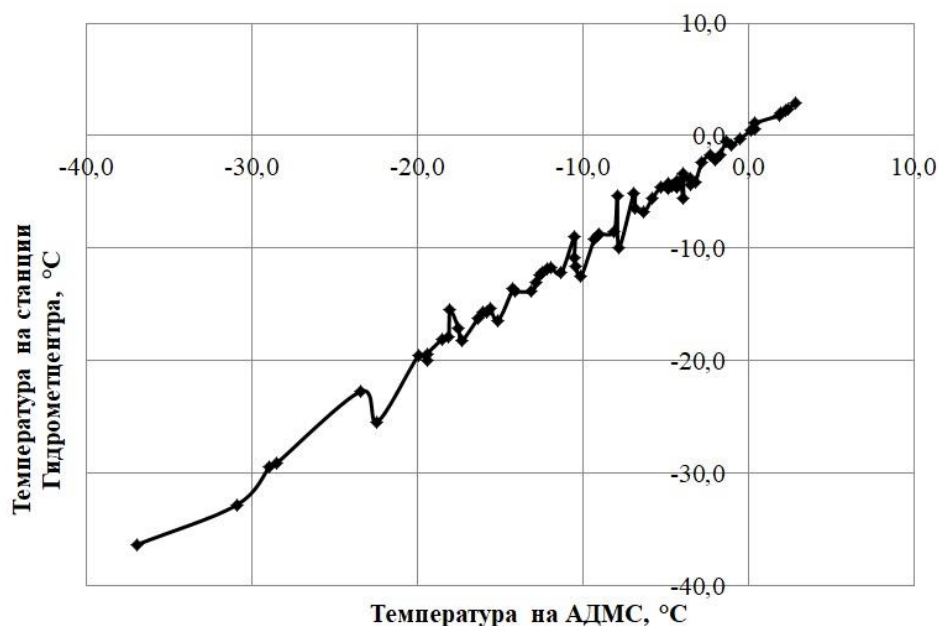


Рис. 3 – Кривая, связывающая температурные данные

Коэффициент корреляции между двумя рядами показаний температуры, взятых в одно время с обеих метеостанций, составил 0,98, что говорит о высокой согласованности данных по температуре воздуха. Данные по относительной влажности имеют больший разброс, коэффициент корреляции для них – 0,9.

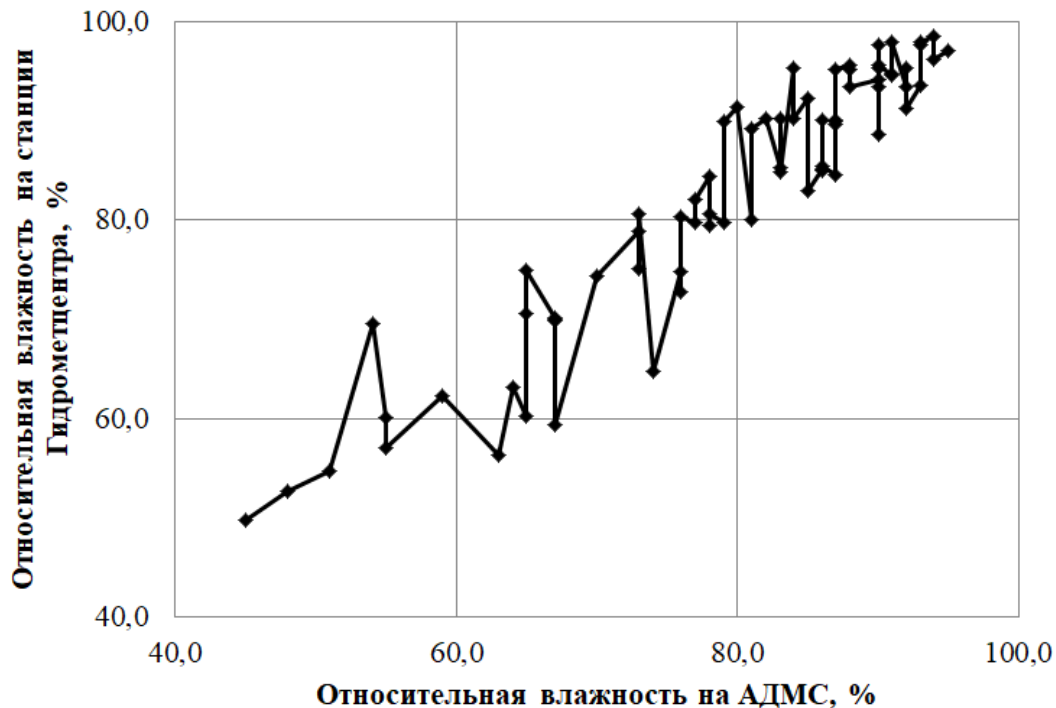


Рис. 4 – Кривая, связывающая данные по относительной влажности

Аналогичные результаты могут быть получены и для других населённых пунктов, где присутствуют и АДМС, и станции Гидрометцентра. На автомобильной дороге «Красноярск-Енисейск» такими пунктами являются районный центр Большая Мурта и город Енисейск. Совокупность уравнений связи позволит использовать данные для развития методики прогноза зимней скользкости.

### Список литературы

1. ОДМ 218.2.003-2009 Методические рекомендации по специализированному прогнозу состояния дорожного покрытия / Федеральное дорожное агентство (Росавтодор). М., Росавтодор. 46 с.
2. Официальный сайт краевого государственного казённого учреждения «Управление автомобильных дорог по Красноярскому краю» / Дорожные метеостанции и видеокамеры. Режим доступа: <https://krudor.ru/actual/meteo>
3. Официальный сайт Федерального государственного бюджетного учреждения "Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации» / Фактические данные. Режим доступа: <https://meteoinfo.ru/pogoda>