УДК 625.7:656.13(571.56)

ИЗМЕРЕНИЕ РАССТОЯНИЯ ВИДИМОСТИ АВТОМОБИЛЯ В УСЛОВИЯХ МОРОЗНОГО ТУМАНА НА УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ В Г. ЯКУТСКЕ

Аспирант **Н.М. Макаров**
(Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет (МАДИ))
Конт. информация: mak01@mail.ru

В статье рассмотрена проблема недостаточной видимости в зимнее время на улично-дорожной сети в г. Якутске, изложены причины данного явления. Сообщается о способах измерения расстояния видимости на аэродромах и автомобильных дорогах. Приведена полученная зависимость между температурой воздуха и расстоянием видимости.
Ключевые слова: *безопасность дорожного движения, морозный туман, расстояние видимости, интенсивность движения.*

Введение

Одним из важнейших параметров, влияющих на безопасность дорожного движения, является расстояние видимости, которое нормируется исходя из условий безопасной остановки автомобиля перед препятствием. Расстояние видимости на всем протяжении дороги должно быть не менее остановочного пути до препятствия **[1]**. Это принимается во внимание при назначении радиусов вертикальных и горизонтальных кривых, проектировании пересечений дорог в одном уровне. Однако при нормировании не учитывают влияние погодных условий, из-за которых видимость оказывается недостаточной. В соответствии с правилами дорожного движения, недостаточной видимостью называется видимость дороги менее 300 м, например, во время дождя, снегопада, в сумерки, а также в условиях тумана **[2]**.

На территории города Якутска в зимнее время года наблюдается атмосферное явление, называемое «морозным туманом». Туманом называется помутнение воздуха, вызванное скоплением продуктов конденсации, взвешенных в воздухе. Особенностью морозного тумана является то, что его вызывает наличие в воздухе большого количества ледяных игл, мельчайших замерзших капелек, а также ледяных кристаллов **[3]**.

Условия возникновения морозного тумана

На появление морозного тумана, как и любого другого, влияет несколько факторов, обычно при этом один из них является превалирующим. Д.А. Осипов в своей работе **[4]** рассмотрел несколько гипотез образования морозного тумана и пришел к выводу, что это явление, больше вызванное деятельностью человека, чем природное, и заключается в основном в наличии в холодном (-30 °С и ниже) воздухе водяного пара, поступающего в атмосферу при сжигании любого вида углеводородного топлива. По расчётам якутских метеорологов **[5]** в атмосферу города в 1979 г. выбрасывалось более 3000 т водяного пара в сутки, основным источником выбросов на тот момент являлись ГРЭС и котельные, работающие на природном газе (отметим, что городское население на тот момент составляло около 155 тыс. человек).

По данным, приведенным в открытых источниках на 2018 г., в г. Якутске проживает 311 тыс. человек, при этом количество автомобилей составляет более 317 тыс. Также значительно увеличилась и территория, застроенная жилыми домами с индивидуальными отопительными установками, все это привело к увеличению выбросов водяного пара в атмосферу.

Согласно **[6]**, средняя температура в 13 ч. в январе в г. Якутске составляет минус 41,6 °С (минимальная – минус 47,1 °С), при этом среднесуточная амплитуда равна примерно 6 °. Таким образом, с учетом изложенного выше, получаем высокое количество кристаллов льда в воздухе, что значительно снижает расстояние видимости. При этом местами наиболее интенсивного образования морозного тумана являются проезжие части улиц и дорог на территории населенного пункта, что затрудняет зрительное ориентирование водителей на дорогах города, повышая риск возникновения ДТП в силу неверной оценки водителем дорожной обстановки **[7]**.

Методы измерения расстояния видимости

В ходе изучения методов измерения расстояния видимости было установлено, что на аэродромах данные измерения производят с помощью фотометров. При этом до внедрения систем определения расстояния видимости на взлетно-посадочной полосе (ВПП) с помощью приборов, в мировой практике использовался метод оценки расстояния видимости, основанный на системе визуальных наблюдений за огнями ВПП и дневными ориентирами (маркерами).

В отечественной практике определения расстояния видимости для ВПП на некатегорированных аэродромах допускается визуальный способ оценки расстояния видимости **[8]**.

На автомобильных дорогах методы измерения расстояния видимости регламентируются ГОСТ 32963-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Расстояние видимости. Методы измерений», однако, это касается лишь расстояния видимости, обусловленного геометрическими параметрами дорог. При этом в п. 4.1. ГОСТ 32963-2014 указано, что проводить измерения расстояния видимости в условиях недостаточной видимости запрещено **[9]**.

Проведение измерений

В ходе работы, представленной в настоящей статье, были выполнены исследования расстояния видимости улично-дорожной сети г. Якутска в период с декабря 2015 г. по январь 2016 г. с целью установления возможной закономерности изменения расстояния видимости от температуры воздуха. Наблюдения производились из середины прямолинейного участка улицы длиной около 1 км.

Основываясь на том, что измерение расстояния видимости можно осуществлять визуальным способом, были апробированы две методики измерения расстояния видимости. Первая заключалась в измерении расстояния видимости от наблюдателя до стоящего на обочине автомобиля. Наблюдатель, отдаляясь, замерял расстояние, на котором автомобиль будет различим. Расстояние видимости автомобиля определялось с выключенным ближним светом фар, затем ближний свет включался и измерение повторяли **(рис. 1)**.

а) *б)*

Рис. 1. Определение расстояния видимости автомобиля с выключенным (а) и включенным (б) ближним светом фар

В процессе измерений был выявлен недостаток данной методики, заключавшийся в том, что после проезда нескольких автомобилей подряд по проезжей части, происходит снижение расстояния видимости на время, необходимое для рассеивания выхлопных газов проехавших автомобилей. Для фиксации величины снижения расстояния видимости необходимо провести повторное измерение.

Для проведения измерений вторым способом были применены специально изготовленные таблички, соответствующие по размерам квадратному дорожному знаку 2 типоразмера (700х700 мм) и окрашенные в черный цвет. При выборе цвета таблички использовались два варианта окраски: полностью черного цвета и с диагональной черно-белой штриховкой. Было произведено сравнение расстояния видимости автомобиля черного и белого цвета **(рис. 2)**. В одинаковых условиях расстояние видимости полностью черного квадрата равно расстоянию видимости черного автомобиля и составило 200 м, а расстояние видимости окрашенного в черно-белую полоску квадрата оказалась равно расстоянию видимости белого автомобиля и соответствует 190 м. Расстояние видимости автомобилей с включенными фарами составило 310 м, при этом таблички видны не были. В момент проведения измерений температура воздуха составляла минус 39 °С.

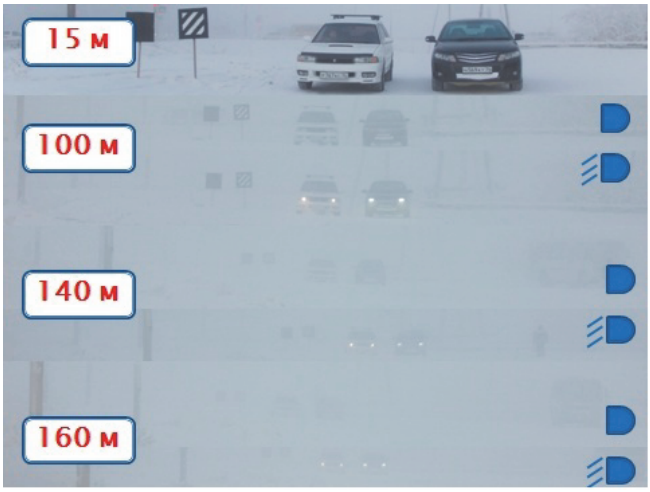

Рис. 2. Расстояние видимости автомобилей в зависимости от цвета и включенного ближнего света фар

При измерении расстояния видимости на участке улицы таблички устанавливались с шагом 10 м **(рис. 3)**, затем наблюдатель, отдаляясь, фиксировал момент, когда дальняя табличка начинала скрываться из виду. Зная расстояние между наблюдателем и ближайшей табличкой, вычисляем текущее расстояние видимости. Использование данной методики позволяет определять изменение расстояния видимости после проезда автомобилей, так как при снижении видимости установленные таблички будут неразличимы. При этом наблюдателю остается фиксировать количество табличек, которые перестали быть видимы. Зная расстояние между табличками, можно определить величину измеренного расстояния видимости.

Рис. 3. Определение расстояния видимости при помощи установленных на обочине дороги табличек

Замеры проводились в зимний период, в светлое время суток, при этом фиксировались температура, влажность воздуха и направление ветра. Данные были получены из открытых источников (с сайта Якутского УГМС) **[10]**.

Установленные значения расстояния видимости при температуре воздуха были представлены в виде точек на плоскости **(рис. 4)**. После проведения экспоненциальной аппроксимации можно отметить следующую зависимость: с понижением температуры расстояние видимости снижается.

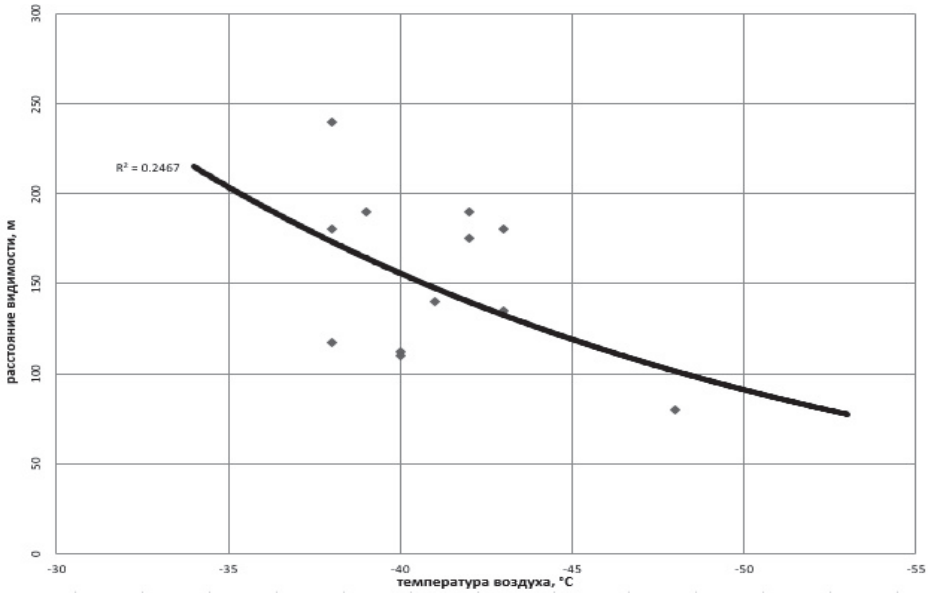

Рис. 4. Зависимость расстояния видимости автомобиля от температуры воздуха (по результатам измерений на проезжей части)

ВЫВОДЫ

В ходе проведения замеров были апробированы две методики измерения расстояния видимости автомобиля на проезжей части.

Отмечено, что при снижении температуры воздуха происходит уменьшение расстояния видимости. Наименьшее расстояние видимости было зафиксировано при проведении натурных замеров на проезжей части при температуре воздуха минус 48 °С. Кроме того, исследования показали, что расстояние видимости автомобиля на проезжей части при интенсивности движения 400 – 700 авт./ч практически не менялось при проезде одиночных автомобилей, но с увеличением интенсивности движения выхлопные газы автомобиля не успевали рассеиваться, что приводило к уменьшению расстояния видимости, тем более значительному, чем большая интенсивность движения фиксировалась.

Для оценки влияния морозного тумана на безопасность движения требуется произвести анализ статистики дорожно-транспортных происшествий на территории г. Якутска в зимнее время, а также выделить их количество, произошедшее в условиях недостаточной видимости.

ЛИТЕРАТУРА

1. *СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги. – М., 2013. – 112 с.*
2. *Правила дорожного движения РФ. Утверждены Постановлением Совета Министров – Правительства Российской Федерации от 23 октября 1993 г. № 1090, с изм. и допол. в ред. от 10.09.2016 г.*
3. *Хромов С.П. Метеорологический словарь / С.П. Хромов, Л.И. Мамонтова – Л.: Гидрометеоиздат. – 1974. – 569 с.*
4. *Осипов Д.А. Условия образования морозного тумана в центральной Якутии и метод его прогноза: дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.09 / Осипов Дмитрий Алексеевич / Сиб. рег. научно-исслед. гидромет. ин-т. - Новосибирск, 1995. – 147 с.*
5. *Климат Якутска / Под ред. Швер Ц.А., Изюменко С.А. – Л.: Гидрометеоиздат, 1982. – 246 с.*
6. *Гаврилова М.К. Климат Центральной Якутии / М.К. Гаврилова. – Якутск: Якутское книжн. изд-во, 1962. – 63 с.*
7. *Макаров Н.М. О необходимости учета климатических особенностей центральной Якутии при проектировании автомобильных дорог / Н.М. Макаров, В.С. Макаров // Техническое регулирование в транспортном строительстве. – 2016. – № 1(15) – С. 22-25.*
8. *РД 52.21.680-2006. Руководство по определению дальности видимости на ВПП (RVR). – М.: Издательский центр АНО «Метеоагентство Росгидромета», 2006. – 98 с.*
9. *ГОСТ 32963-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Расстояние видимости. Методы измерений. – М., 2015. – 19 с.*
10. *Якутское управление гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды – Электрон. данные. – URL: http://ykuthydromet.ru (дата обращения: 15.01.2016).*

LITERATURA

1. *SP 34.13330.2012. Avtomobil'nye dorogi. – M., 2013. – 112 s.*
2. *Pravila dorozhnogo dvizheniya RF. Utverzhdeny Postanovleniem Soveta Ministrov – Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 23 oktyabrya 1993 g. № 1090, s izm. i dopol. v red. ot 10.09.2016 g.*
3. *Hromov S.P. Meteorologicheskij slovar' / S.P. Hromov, L.I. Mamontova – L.: Gidrome-teoizdat. – 1974. – 569 s.*
4. *Osipov D.A. Usloviya obrazovaniya moroznogo tumana v central'noj Yakutii i metod ego prognoza: dis. ... kand. geogr. nauk: 11.00.09 / Osipov Dmitrij Alekseevich / Sib. reg. nauchno-issled. gidromet. in-t. Novosibirsk, 1995. – 147 s.*

5. *Klimat Yakutska / Pod red. Shver C.A., Izyumenko S.A. – L.: Gidrometeoizdat, 1982. – 246 s.*
6. *Gavrilova M.K. Klimat Central'noj Yakutii / M.K. Gavrilova. – Yakutsk: Yakutskoe knizhn. izd-vo, – 1962. – 63 s.*
7. *Makarov N.M. O neobhodimosti ucheta klimaticheskih osobennostej central'noj Yaku-tii pri proektirovanii avtomobil'nyh dorog / N.M. Makarov, V.S. Makarov // Tekhnicheskoe regulirovanie v transportnom stroitel'stve. – 2016. – № 1(15) – S. 22-25.*
8. *RD 52.21.680-2006. Rukovodstvo po opredeleniyu dal'nosti vidimosti na VPP (RVR). – M.: Izdatel'skij centr ANO «Meteoagentstvo Rosgi-drometa», 2006. – 98 s.*
9. *GOST 32963-2014. Dorogi avtomobil'nye obshchego pol'zovaniya. Rasstoyanie vidimosti. Metody izmerenij. – M., 2015. – 19 s.*
10. *Yakutskoe upravlenie gidrometeorologii i monitoringa okruzhayush-chej sredy – Elektron. dannye. – URL: http://ykuthydromet.ru (data obrashcheniya: 15.03.2019).*

……

MEASURING ROAD VEHICLE'S VISIBILITY DISTANCE UNDER CONDITIONS OF FROSTY FOG ON THE STREET AND ROAD NETWORK IN THE CITY OF YAKUTSK

Post-graduate student ***N.M. Makarov***
(Moscow Automobile
and Road Construction
State Technical University
(MADI))
Contact information: mak01@mail.ru

The article deals with the problem of insufficient visibility in winter on the street and road network in the city of Yakutsk, the phenomenon reasons are outlined. The methods for measurement of visibility distance on airfields and roads are reviewed. The dependence between air temperature and visibility distance is done.
Key words: *road safety, frosty fog, visibility distance, traffic volume.*

Рецензент: канд. техн. наук Н.А. Лушников (ФАУ «РОСДОРНИИ»).
Статья поступила в редакцию: 04.04.2019 г.