

УДК 504.3.054:625.7/8

**Д. П. Боровков<sup>а</sup>, П. А. Сидякин<sup>б</sup>, Д. В. Щитов<sup>б</sup>, Е. Н. Логачева<sup>б</sup>, Е. И. Шевцов<sup>в</sup>**

<sup>а</sup> *Волгоградский государственный технический университет*

<sup>б</sup> *Пятигорский институт — филиал Северо-Кавказского федерального университета*

<sup>в</sup> *ООО «НВЭК-ПБ»*

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАПЫЛЕННОСТИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДОВ РЕГИОНА КАВКАЗСКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД**

Близкое расположение автомобильных дорог способствует повышению запыленности воздуха на прилегающих территориях и в зданиях. Проблема запыленности воздушной среды городских территорий особенно актуальна для городов-курортов, каковыми является большинство населенных пунктов региона Кавказских Минеральных Вод. Наибольший вред здоровью людей и окружающей среде наносят пылевые частицы мелких фракций  $PM_{2,5}$  и  $PM_{10}$ . Для определения влияния близости автодорог и рельефа местности на концентрации мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе проведены экспериментальные исследования, методика проведения которых и полученные результаты приведены в настоящей статье.

**Ключевые слова:** запыленность атмосферного воздуха, мелкодисперсная пыль,  $PM_{2,5}$  и  $PM_{10}$ , экология городов Кавказских Минеральных Вод, экологическая безопасность.

При определении влияния автодорог на характеристики запыленности атмосферного воздуха прилегающих городских территорий большое значение имеет рельеф местности. Для города Пятигорска, как и для большинства населенных пунктов региона Кавказских Минеральных Вод (КМВ), характерен горный рельеф с большими перепадами нулевых строительных отметок близко расположенных зданий и сооружений. Таким образом, характеристики запыленности атмосферного воздуха могут сильно отличаться даже у относительно близких на плане замерных точек. Поэтому, исходя из условий исследуемой территории, помимо удаленности замерной точки от близкорасположенной автодороги необходимо также учитывать разность абсолютных отметок.

Как отмечено в ряде исследований [1—6], значимое влияние автомобильного транспорта на запыленность воздушной среды, как правило, ограничивается расстоянием менее 100 м. Дальнейшему распространению пылевых частиц препятствует гравитационное оседание крупных фракций, а также диффузное рассеивание более мелких частиц в атмосферном воздухе. Поэтому на предварительном этапе на основании ряда оценочных замеров и анализа данных предыдущих исследований [7—11] расстояния, принятые для проведения экспериментальных исследований, лежат в диапазоне 10...90 м.

Разность отметок дорожного полотна и площадок, на которых расположены замерные точки, может быть как положительной, так и отрицательной величиной. Очевидно, что расположение площадки ниже уровня дорожного полотна оказывает отрицательное влияние на запыленность в частности и на гигиенические условия вообще. Особенно данный эффект выражен при

небольших расстояниях от автодороги. В условиях городской застройки с ярко выраженным горным рельефом местности прохождение дорог на уровне верхних этажей малоэтажных зданий зачастую является неизбежным. Исходя из анализа ряда источников [7, 9, 10, 12] и опираясь на предварительные серии замеров, диапазон варьирования разности отметок принят равным  $-2...5$  м. Меньшие значения, очевидно, не позволяют получить приемлемых для детских дошкольных учреждений значений, характеризующих качество воздуха, ввиду неизбежного гравитационного осаждения пылевых частиц и выхлопных газов. Превышения более 5 м также не рассматриваются, т. к. влияние непосредственно автомобильного транспорта при этом существенно снижается и наиболее значимым фактором становятся метеорологические условия.

Еще одним важным фактором, оказывающим влияние на запыленность атмосферного воздуха, является его подвижность [6, 10]. Продолжительные наблюдения и предварительные замеры показывают, что значимое влияние на пылевую обстановку в условиях проведения замеров оказывает, в основном, скорость ветра, а его направление практически не влияет на исследуемые величины. Это обстоятельство объясняется двумя причинами.

Во-первых, в условиях сочетания горного рельефа и плотной городской застройки независимо от направления ветра вблизи зданий и сооружения создаются зоны турбулентности, что способствует перемешиванию пылевых частиц с воздушными массами, таким образом создавая условия для повышения запыленности. Данный эффект особенно ярко выражен при плотной городской застройке.

Второй причиной является относительное постоянство сезонных направлений ветров в регионе КМВ [1, 2, 5, 9]. Исследования запыленности атмосферного воздуха проводились в теплый период года, это обусловлено многократным снижением общего количества пылевых частиц в холодный и переходный периоды [1, 4, 9] из-за осадков и наличия снежного покрова. Таким образом, для условий исследуемого региона характеристики подвижности воздуха можно корректно учесть одним фактором — скоростью ветра.

Как было отмечено ранее, характеристики запыленности атмосферного воздуха применительно к эколого-гигиеническим задачам нельзя сводить лишь к общей концентрации пылевых частиц в атмосферном воздухе. Первостепенное значение в таких задачах имеет определение крупности пылевых частиц, в частности мелких фракций, оказывающих особенно сильное влияние на состояние окружающей среды и здоровье человека [2, 6, 8, 10, 13—15]. Поэтому помимо общей концентрации пылевых частиц целесообразно определить также доли концентрации пылевых частиц  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  соответственно современным стандартам, действующим в области охраны окружающей среды.

Таким образом, в качестве измеряемых величин (функций отклика) выбраны:  $C$  — концентрация пылевых частиц в воздухе,  $мг/м^3$ ;  $PM_{10}$  — концентрация пылевых частиц размером 10 мкм и менее,  $мг/м^3$ ;  $PM_{2,5}$  — концентрация пылевых частиц размером 2,5 мкм и менее,  $мг/м^3$ .

Мгновенные значения концентраций пылевых частиц в воздухе могут сильно отличаться от средних и медианных значений по целому ряду причин,

таких как: проезд транспорта с пылящим грузом, внезапный резкий порыв ветра, атмосферные завихрения или скоротечные осадки и т. д. Поэтому для получения статистически достоверной картины в качестве искомых значений приняты значения концентраций частиц соответствующих фракций, осредненные за 9-часовой период, примерно соответствующий рабочему дню и времени работы дошкольных учебных заведений. Частота проведения замеров, принятая на стадии планирования на основании предварительных оценок, составила 6 измерений в час, проводимых с интервалом в 10 минут. Такой подход позволил исключить влияние случайных факторов, что подтверждено оценкой воспроизводимости исследования.

В качестве факторов, оказывающих определяющее влияние на исследуемые величины, на этапе планирования эксперимента приняты:  $L$  — расстояние от замерной точки до осевой линии автомобильной дороги, м;  $h$  — разность отметок (превышение) полотна дороги и площадки, на которой находится замерная точка, м;  $v$  — скорость ветра, м/с.

Очевидно, что один из факторов, принятых для проведения исследований, а именно скорость ветра, является неуправляемым, что создает определенные трудности при реализации экспериментального плана. Однако наличие автоматических метеостанций при относительно постоянных сезонных направлениях и силах ветров в регионе в летний период года позволило существенно упростить планирование. Поскольку мониторинг запыленности проводился практически ежедневно в течение всего периода наблюдений, подбор нужного параметра осуществлялся путем выбора данных, полученных в те периоды, когда значение скорости ветра, осредненное по времени проведения замеров (9-часовому дневному периоду), достаточно точно соответствовало экспериментальному плану. Следует отметить, что суточные колебания данной величины (без учета мгновенных отклонений, вызванных турбулентностью и слабо влияющих на результаты замеров) невелики, что также положительно повлияло на воспроизводимость результатов и достоверность исследования.

В результате аппроксимации экспериментальных данных полиномом второй степени с учетом значимости вычисленных коэффициентов получены следующие уравнения регрессии:

$$C_{PM_{2,5}} = 0,0490 - 10^{-6}L^2 + 8,8 \cdot 10^{-5}h^2 - 1,31 \cdot 10^{-4}v^2 - 3,98 \cdot 10^{-4}L - 2,076 \cdot 10^{-3}h + 4,313 \cdot 10^{-4}v - 10^{-5}Lh + 8,90 \cdot 10^{-5}v + 2,10 \cdot 10^{-5}Lv, \quad (1)$$

$$C_{PM_{10}} = 0,0517 + 1,12 \cdot 10^{-4}h^2 - 4,07 \cdot 10^{-4}v^2 - 5,55 \cdot 10^{-4}L - 1,821 \cdot 10^{-3}h + 7,749 \cdot 10^{-3}v - 1,2 \cdot 10^{-5}Lh + 1,93 \cdot 10^{-4}v + 3,10 \cdot 10^{-5}Lv. \quad (2)$$

Значения дисперсии аппроксимации эмпирических результатов полиномами второй степени составляют соответственно  $R^2 = 0,949$  и  $0,936$ .

На рисунках 1—3 в графическом виде представлены результаты определения концентрации пылевых частиц фракции  $PM_{2,5}$  на территории детских дошкольных учреждений. На рисунках 4—6 представлены аналогичные результаты определения концентрации пылевых частиц фракции  $PM_{10}$ .

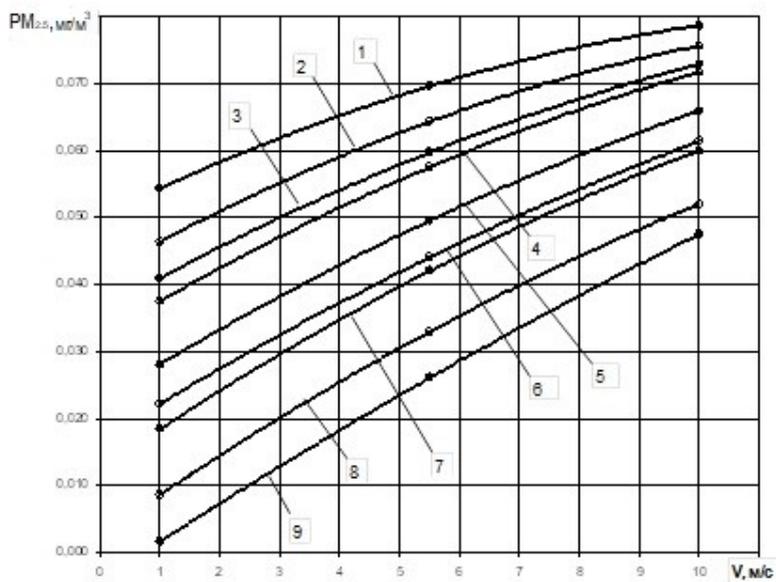


Рис. 1. Зависимость концентрации пылевых частиц фракции  $PM_{2,5}$  на территории детских дошкольных учреждений от скорости ветра  $C_{PM_{2,5}}(v)$ : 1 —  $L = 10$  м,  $h = -2$  м; 2 —  $L = 10$  м,  $h = 1,5$  м; 3 —  $L = 10$  м,  $h = 5$  м; 4 —  $L = 10$  м,  $h = -2$  м; 5 —  $L = 10$  м,  $h = 1,5$  м; 6 —  $L = 10$  м,  $h = 5$  м; 7 —  $L = 10$  м,  $h = -2$  м; 8 —  $L = 10$  м,  $h = 1,5$  м; 9 —  $L = 10$  м,  $h = 5$  м

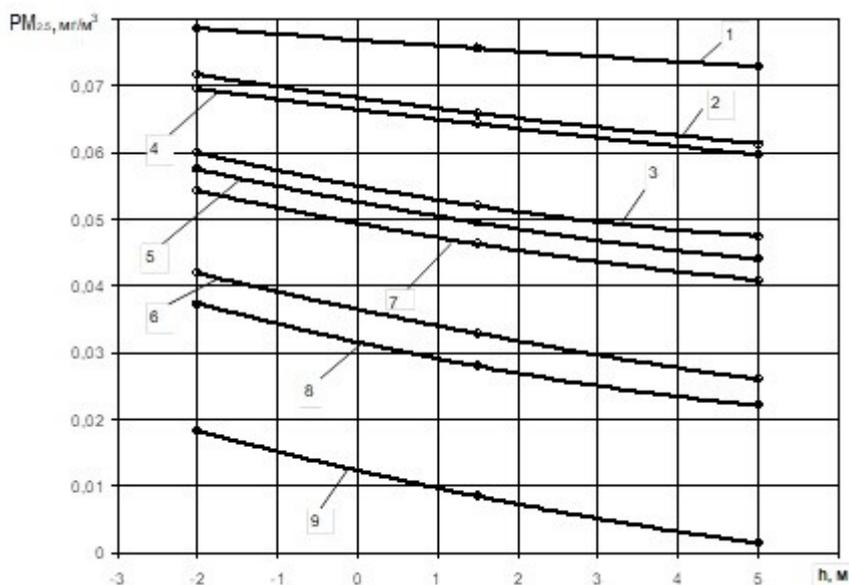


Рис. 2. Зависимость концентрации пылевых частиц фракции  $PM_{2,5}$  на территории детских дошкольных учреждений от разности отметок поверхностей дорожного полотна и места проведения замеров  $C_{PM_{2,5}}(h)$ : 1 —  $v = 10$  м/с,  $L = 10$  м; 2 —  $v = 10$  м/с,  $L = 50$  м; 3 —  $v = 10$  м/с,  $L = 90$  м; 4 —  $v = 5,5$  м/с,  $L = 10$  м; 5 —  $v = 5,5$  м/с,  $L = 50$  м; 6 —  $v = 5,5$  м/с,  $L = 90$  м; 7 —  $v = 1$  м/с,  $L = 10$  м; 8 —  $v = 1$  м/с,  $L = 50$  м; 9 —  $v = 1$  м/с,  $L = 90$  м

Как следует из данных, приведенных на рис. 1, зависимость концентрации частиц фракции  $PM_{2,5}$  во всех замерных точках от скорости ветра является возрастающей во всем диапазоне экспериментальных значений. Такой же характер имеет аналогичная зависимость, полученная для фракции пылевых частиц  $PM_{10}$ . Помимо очевидного вывода о переносе пылевых частиц воздушным потоком, данный факт говорит о существенном влиянии автотранспорта на пылевую обстановку обследованных территорий.

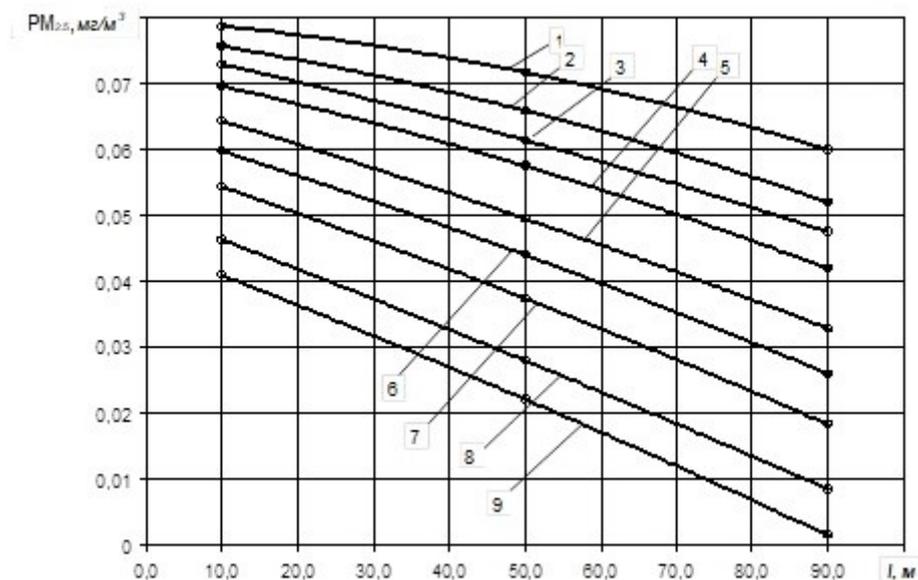


Рис. 3. Зависимость концентрации пылевых частиц фракции  $PM_{2,5}$  на территории детских дошкольных учреждений от расстояния между осевой линией дорожного полотна и местом проведения замеров  $C_{PM_{2,5}}(L)$ : 1 —  $h = -2$  м,  $v = 10$  м/с; 2 —  $h = 1,5$  м,  $v = 10$  м/с; 3 —  $h = 5$  м,  $v = 10$  м/с; 4 —  $h = -2$  м,  $v = 5,5$  м/с; 5 —  $h = 1,5$  м,  $v = 5,5$  м/с; 6 —  $h = 5$  м,  $v = 5,5$  м/с; 7 —  $h = -2$  м,  $v = 1$  м/с; 8 —  $h = 1,5$  м,  $v = 1$  м/с; 9 —  $h = 5$  м,  $v = 1$  м/с

Совершенно очевидно, что в рассматриваемом случае пылевые частицы искомых фракций, фиксируемых прибором, увлекаются воздушным потоком с какой-либо поверхности. В противном случае (частицы мелких фракций витают в воздухе в относительно постоянных концентрациях) изменение скорости движения воздуха не оказывало бы столь существенного влияния на концентрации исследуемых фракций.

Данный вывод подтверждается данными, представленными на рис. 3 и 6, характеризующими зависимость концентраций соответствующих фракций пылевых частиц от расстояния между автодорогой и замерной точкой. Как следует из полученных данных, обе зависимости имеют строго убывающий характер во всем диапазоне варьирования факторов и характеризуются большими коэффициентами корреляции, свидетельствующими о сильном влиянии фактора на исследуемую величину.

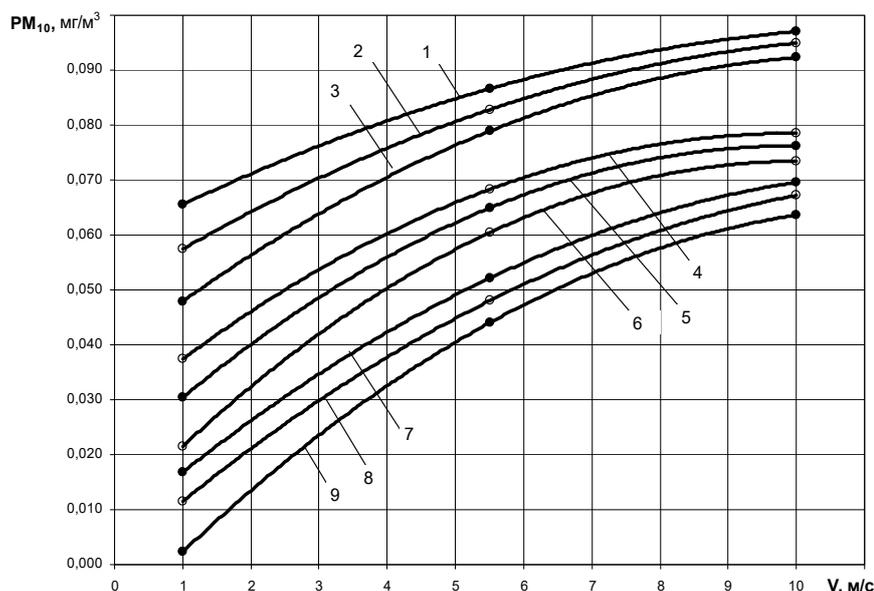


Рис. 4. Зависимость концентрации пылевых частиц фракции  $PM_{10}$  на территории детских дошкольных учреждений от скорости ветра  $C_{PM_{2,5}}(v)$ : 1 —  $L = 10$  м,  $h = -2$  м; 2 —  $L = 10$  м,  $h = 1,5$  м; 3 —  $L = 10$  м,  $h = 5$  м; 4 —  $L = 10$  м,  $h = -2$  м; 5 —  $L = 10$  м,  $h = 1,5$  м; 6 —  $L = 10$  м,  $h = 5$  м; 7 —  $L = 10$  м,  $h = -2$  м; 8 —  $L = 10$  м,  $h = 1,5$  м; 9 —  $L = 10$  м,  $h = 5$  м

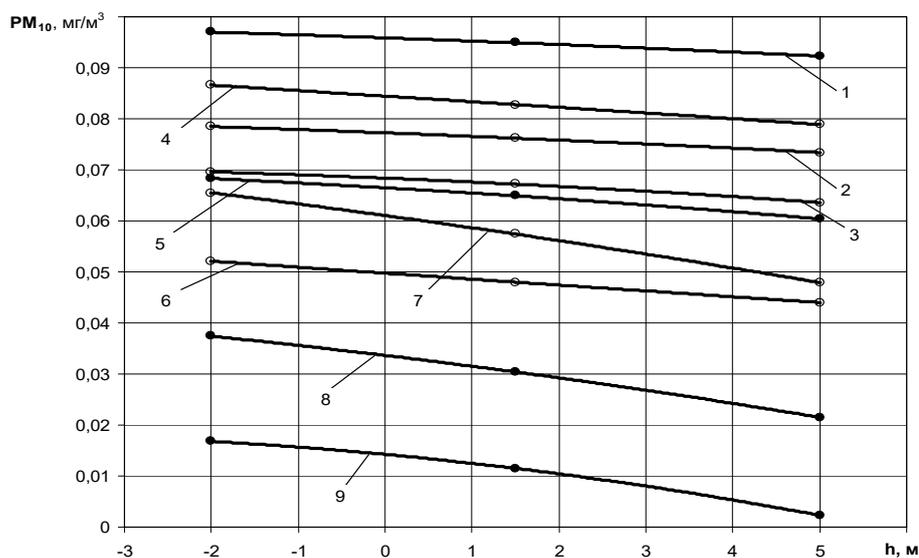


Рис. 5. Зависимость концентрации пылевых частиц фракции  $PM_{10}$  на территории детских дошкольных учреждений от разности отметок поверхностей дорожного полотна и места проведения замеров  $C_{PM_{2,5}}(h)$ : 1 —  $v = 10$  м/с,  $L = 10$  м; 2 —  $v = 10$  м/с,  $L = 50$  м; 3 —  $v = 10$  м/с,  $L = 90$  м; 4 —  $v = 5,5$  м/с,  $L = 10$  м; 5 —  $v = 5,5$  м/с,  $L = 50$  м; 6 —  $v = 5,5$  м/с,  $L = 90$  м; 7 —  $v = 1$  м/с,  $L = 10$  м; 8 —  $v = 1$  м/с,  $L = 50$  м; 9 —  $v = 1$  м/с,  $L = 90$  м

Таким образом, по результатам совместного анализа влияния скоростей ветра и удаления замерной точки от дорожного полотна можно сделать статистически подтверждаемый вывод о преобладающем влиянии близкорасположенных автодорог на концентрации пылевых частиц фракций  $PM_{10}$  и  $PM_{2,5}$  в замерных точках.

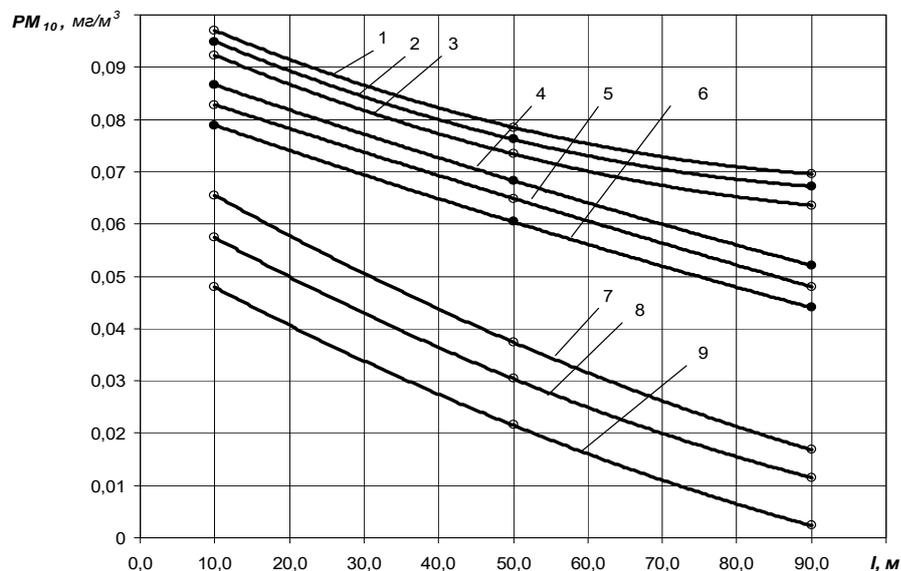


Рис. 6. Зависимость концентрации пылевых частиц фракции  $PM_{10}$  на территории детских дошкольных учреждений от расстояния между осевой линией дорожного полотна и местом проведения замеров  $C_{PM_{2,5}}(L)$ : 1 —  $h = -2$  м,  $v = 10$  м/с; 2 —  $h = 1,5$  м,  $v = 10$  м/с; 3 —  $h = 5$  м,  $v = 10$  м/с; 4 —  $h = -2$  м,  $v = 5,5$  м/с; 5 —  $h = 1,5$  м,  $v = 5,5$  м/с; 6 —  $h = 5$  м,  $v = 5,5$  м/с; 7 —  $h = -2$  м,  $v = 1$  м/с; 8 —  $h = 1,5$  м,  $v = 1$  м/с; 9 —  $h = 5$  м,  $v = 1$  м/с

Объяснением полученному эмпирическим и подтвержденному статистическими методами выводу, по нашему мнению, являются следующие факты. Автотранспорт не только способен поднимать пыль с поверхности автодорог и обочин посредством создаваемых им завихрений воздуха, но также является источником образования пыли. В процессе движения происходит фрикционный износ деталей ходовой части автомобиля (шин, деталей тормозных механизмов и т. д.), кроме того, в выхлопе автомобильных двигателей содержатся частицы сажи. Некоторый вклад в ряде случаев может вносить пылящий груз. И несмотря на то, что общие величины пылепоступлений от автотранспорта в большинстве случаев невелики, в условиях плотной городской застройки и сложного рельефа местности они, как следует из полученных данных, могут приводить к превышению нормативных концентраций пылевых частиц в атмосферном воздухе. Особенно наглядно данный эффект проявляется для мелких фракций, которые характеризуются медленным осаждением.

Отдельного внимания заслуживают зависимости концентрации пылевых частиц фракций  $PM_{10}$  и  $PM_{2,5}$  от разности отметок замерных точек и дорожного полотна. Как и в предыдущих случаях, характер зависимостей для обеих

фракций носит одинаковый характер. Обе зависимости являются убывающими во всем диапазоне варьирования фактора, что, очевидно, объясняется воздействием гравитационных сил. В этой связи логична более яркая выраженность зависимости для более крупной фракции  $PM_{10}$ . Также следует отметить возрастающую роль разности высот по мере удаления замерной точки от автодороги, которая в обоих случаях также объясняется гравитационным оседанием и рассеиванием.

Почти во всех случаях расположения точки замера ниже уровня дорожного полотна (за исключением точек, находящихся на расстоянии 90 м) наблюдается превышение норматива по концентрации обеих фракций, что позволяет сделать вывод о нежелательности строительства в местах замеров зданий санаторно-курортного, жилого и общественного назначения.

Аналогичные выводы, полученные на основании обобщения экспериментального материала, можно сделать для площадок (а также существующих зданий либо территорий, предназначенных для строительства), расположенных ближе 30...40 м от автодорог, ввиду практически постоянного превышения концентраций пылевых частиц обеих фракций.

Следует также отметить, что приведенные эмпирические зависимости, полученные при помощи статистической обработки результатов натурных измерений, имеют область применения, естественно ограниченную территорией населенного пункта, в котором производились измерения (г. Пятигорск). С определенными допущениями они могут быть использованы применительно к ряду городов КМВ с аналогичными метеорологическими условиями, рельефом местности и характером застройки и планировки. Основное предназначение данных эмпирических уравнений состоит в экспресс-оценке условий запыленности при предварительном планировании мест строительства (либо размещения в существующих строениях и площадках) детских дошкольных учреждений и других объектов образовательного, общественного и рекреационного назначения. При этом после предварительной оценки параметров пылевого загрязнения по предлагаемой методике в выбранной местности рекомендуется провести дополнительные исследования.

#### **Выводы**

1. Для определения влияния автомобильных дорог на концентрации пылевых частиц фракций  $PM_{2,5}$  и  $PM_{10}$  в воздухе населенных пунктов КМВ спланированы и проведены практические исследования.

2. Исследование проводилось в летний период, который в силу ряда факторов характеризуется наибольшей запыленностью атмосферного воздуха, а также наиболее удобен для проведения замеров ввиду относительно стабильных метеорологических условий.

3. В результате статистической обработки натурных данных получены достоверные зависимости, позволяющие охарактеризовать концентрации пылевых частиц фракций  $PM_{2,5}$  и  $PM_{10}$  в воздухе населенных пунктов КМВ в летний период.

4. Установлено наличие статистически подтверждаемого влияния скоростей ветра и удаления замерной точки от дорожного полотна, сделан статистически подтверждаемый вывод о преобладающем влиянии близкорасположенных автодорог на концентрации пылевых частиц фракций  $PM_{10}$  и  $PM_{2,5}$  в замерных точках.

5. Почти во всех случаях расположения точек замера ниже уровня дорожного полотна (за исключением находящихся на расстоянии 90 м) наблюдается превышение норматива по концентрации обеих пылевых фракций, что говорит о нежелательности строительства зданий санаторно-курортного назначения, а также жилых и общественных зданий.

6. Аналогичные выводы, полученные на основании обобщения экспериментального материала, можно сделать для площадок (а также существующих зданий либо территорий, предназначенных для строительства), расположенных ближе 30...40 м от автодорог, ввиду практически постоянного превышения концентраций пылевых частиц обеих фракций.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шебзухова Т. А., Сидякин П. А., Щитов Д. В., Вартумян А. А. Экологическая безопасность инженерной инфраструктуры городов и рекреационных территорий Северного Кавказа : монография. Пятигорск, 2016. 144 с.
2. Азаров В. Н., Сидякин П. А., Лопатина Т. Н., Николенко Д. А. Техногенное загрязнение атмосферного воздуха и его влияние на социально-экологическое благополучие городов-курортов Кавказских Минеральных Вод // Социология города. 2014. № 1. С. 28—37.
3. Сидякин П. А., Щитов Д. В., Эмба С. И. Необходимость комплексного подхода к изучению экологичности и гигиеничности строительных материалов Ставропольского края // Перспективы развития строительного комплекса. 2012. Т. 1. С. 48—50.
4. Сидякин П. А., Белая Е. Н. Воздействие транспортной инфраструктуры на экологическое состояние городов-курортов Кавказских Минеральных Вод // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2017. № 1(17). С. 61—73.
5. Организация мониторинга содержания содержания мелкодисперсных частиц пыли в воздушной среде городов-курортов / П. А. Сидякин, Т. Н. Лопатина, Е. А. Калюжина, А. В. Нестерчук, Н. В. Вахилевич // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1—1. С. 214.
6. Азаров В. Н., Калюжина Е. А. Об организации мониторинга  $PM_{10}$  и  $PM_{2,5}$  на примере г. Волгограда // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2011. Вып. 25(44). С. 398—401.
7. Основные задачи комплексного подхода по изучению экологического состояния объектов городского хозяйства городов-курортов Кавказских Минеральных Вод / П. А. Сидякин, С. А. Лебедева, С. И. Эмба, Н. А. Фоменко, Т. Н. Лопатина // Актуальные проблемы гидросферы (диагностика, прогноз, управление, оптимизация и автоматизация) : сб. докладов. Кисловодск : РИА КМВ, 2015. С. 374—389.
8. Сидякин П. А., Щитов Д. В., Магомадов И. З. Разработка и оптимизация мобильной системы пылеулавливания, предназначенной для обеспыливания выбросов при проведении восстановительных работ в строительстве // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5. С. 159.
9. Сидякин П. А., Мкртчян А. А., Щитова Т. В. Влияние различных факторов на безопасность зданий и сооружений городов Кавказских Минеральных Вод // Современные фундаментальные и прикладные исследования. 2017. № 4—1(27). С. 158—161.
10. Aerodynamic characteristics of dust in the emissions into the atmosphere and working zone of construction enterprises / V. N. Azarov, V. P. Batmanov, A. B. Strelyaeva, V. V. Lupinogin, A. I. Evtushenko // International Review of Civil Engineering. 2016. Vol. 7. No. 5. Pp. 132—136.
11. Koshkarev S., Azarov V., Azarov D. The decreasing dust emissions of aspiration schemes applying a fluidized granular particulate material bed separator at the building construction factories // 15th International scientific conference "Underground Urbanisation as a Prerequisite for Sustainable Development": Procedia Engineering. Saint Petersburg, 2016. Pp. 1070—1079.
12. Azarov V., Manzhilevskaya S., Petrenko L. The pollution prevention during the civil construction // MATEC Web of Conferences. 2018. P. 040
13. Совершенствование систем обеспыливания на предприятиях деревообрабатывающей отрасли / П. А. Сидякин, С. И. Эмба, Е. А. Семенова, Д. П. Боровков, Н. А. Маринин // Альтернативная энергетика и экология. 2013. № 11(133). С. 67—70.

14. Обеспечение безопасности воздушной среды помещений по производству деревянных строительных конструкций / В. Н. Азаров, П. А. Сидякин, С. И. Эмба, Е. А. Семенова, Д. П. Боровков // Интернет-вестник ВолгГАСУ. 2013. Вып. 2(27). С. 35.

15. *Menzelintseva N. V., Azarov V. N., Karapuzova N. Yu., Redvan A. M.* Main trends of dust conditions normalizing at cement manufacturing plants // *International Review of Civil Engineering*. 2015. Vol. 5. No. 5. Pp. 145—150.

© Боровков Д. П., Сидякин П. А., Щитов Д. В., Логачева Е. Н., Шевцов Е. И., 2023

Поступила в редакцию  
в апреле 2023 г.

Ссылка для цитирования:

Экспериментальные исследования влияния автомобильных дорог на характеристики запыленности атмосферного воздуха городов региона Кавказских Минеральных Вод / Д. П. Боровков, П. А. Сидякин, Д. В. Щитов, Е. Н. Логачева, Е. И. Шевцов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2023. Вып. 2(91). С. 67—77.

Об авторах:

**Боровков Дмитрий Павлович** — д-р техн. наук, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1

**Сидякин Павел Алексеевич** — канд. техн. наук, доц., проф. каф. строительства, Пятигорский институт — филиал Северо-Кавказского федерального университета. Российская Федерация, 357500, г. Пятигорск, ул. 40 лет Октября, 56; sidyakin\_74@mail.ru

**Щитов Дмитрий Викторович** — канд. техн. наук, доц., зав. каф. строительства, Пятигорский институт — филиал Северо-Кавказского федерального университета. Российская Федерация, 357500, г. Пятигорск, ул. 40 лет Октября, 56; pgtugsh@mail.ru

**Логачева Екатерина Николаевна** — старший преподаватель каф. строительства, Пятигорский институт — филиал Северо-Кавказского федерального университета. Российская Федерация, 357500, г. Пятигорск, ул. 40 лет Октября, 56

**Шевцов Егор Игоревич** — ООО «НВЭК-ПБ». Российская Федерация, 400087, г. Волгоград, ул. Новороссийская, 67

**Dmitrii P. Borovkov<sup>a</sup>, Pavel A. Sidyakin<sup>b</sup>, Dmitry V. Shchitov<sup>b</sup>, Ekaterina N. Logacheva<sup>b</sup>, Egor I. Shvetsov<sup>c</sup>**

<sup>a</sup> *Volgograd State Technical University*

<sup>b</sup> *Pyatigorsk Institute — branch of North-Caucasus Federal University*

<sup>c</sup> *LLC “NVEK-PB,,*

#### **EXPERIMENTAL STUDIES OF THE INFLUENCE OF HIGHWAYS ON THE CHARACTERISTICS DUSTINESS OF ATMOSPHERIC AIR CITIES OF THE CAUCASIAN MINERAL WATERS REGION**

The proximity of highways contributes to an increase in dustiness of the air in the surrounding areas and in buildings. The problem of dustiness of the air environment of urban areas is especially relevant for resort cities, which are the majority of settlements in the Caucasus Mineral Waters region. The greatest harm to human health and the environment is caused by dust particles of small fractions PM<sub>2,5</sub> and PM<sub>10</sub>. To determine the influence of the proximity of highways and terrain on the concentration of fine particles in the atmospheric air, experimental studies were carried out, the methodology of which and the results obtained are given in this article.

**К е у w o r d s:** dustiness of atmospheric air, fine dust, PM<sub>2,5</sub> and PM<sub>10</sub>, ecology of the cities of the Caucasian Mineral Waters, environmental safety.

*For citation:*

Borovkov D. P., Sidyakin P. A., Shchitov D. V., Logacheva E. N., Shvetsov E. I. [Experimental studies of the influence of highways on the characteristics dustiness of atmospheric air cities of the Caucasian Mineral Waters region]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2023, iss. 2, pp. 67—77.

*About authors:*

**Dmitrii P. Borovkov** — Doctor of Engineering Sciences, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation

**Pavel A. Sidyakin** — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Pyatigorsk Institute — branch of North-Caucasus Federal University. 40 years of October st., Pyatigorsk, 357500, Russian Federation; sidyakin\_74@mail.ru

**Dmitry V. Shchitov** — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Pyatigorsk Institute — branch of North-Caucasus Federal University. 40 years of October st., Pyatigorsk, 357500, Russian Federation; pgtugsh@mail.ru

**Ekaterina N. Logacheva** — Senior Lecturer, Pyatigorsk Institute — branch of North-Caucasus Federal University. 40 years of October st., Pyatigorsk, 357500, Russian Federation

**Egor I. Shvetsov** — LLC "NVEK-PB,, 67, Novorossiiskaya st, Volgograd, 400087, Russian Federation