

УДК 504.3.054

**М. В. Оводков<sup>а</sup>, С. Е. Манжилевская<sup>б</sup>, А. О. Бурлаченко<sup>в</sup>, В. Н. Азаров<sup>в</sup>**

<sup>а</sup> ВНИИ «Экология»

<sup>б</sup> Донской государственный технический университет

<sup>в</sup> Волгоградский государственный технический университет

## **УЧЕТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА ОТ ТОЧЕЧНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В СВОДНЫХ РАСЧЕТАХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА**

Представлены результаты исследования сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха городской территории с учетом пылевых выбросов от точечного строительства. Исследование приобретает значимость за счет своей направленности на анализ эмиссии строительной пыли, вычисление уровней загрязнения воздуха и разработку стратегий для борьбы с этим загрязнением. Указанные действия предпринимаются с целью улучшения экологической обстановки в городских условиях, что находит свое отражение в национальной инициативе «Экология», подчеркивающей стремление страны к бережному обращению с природными ресурсами и к улучшению качества жизни населения.

**Ключевые слова:** точечная застройка, сводные расчеты загрязнения атмосферного воздуха, пылевые выбросы в строительстве, экологическая безопасность городских территорий, инвентаризация источников выбросов.

### **Введение**

В рамках борьбы за экологию городов, страдающих от повышенного загрязнения атмосферы, запущен федеральный проект «Чистый воздух». Этот проект, охватывающий 41 пилотный район, находится под руководством Министерства природных ресурсов РФ. Основной задачей проекта является снижение уровня загрязнителей в атмосфере за счет тщательного контроля за выбросами. В работе над проектом ключевую роль играет ФГБУ ВНИИ «Экология», выполняющий функции по анализу атмосферного воздуха и определению лимитов на загрязняющие вещества. Собираемая этим институтом информация позволяет формировать объективную картину о состоянии атмосферы в различных регионах и принимать научно обоснованные решения по улучшению экологической обстановки.

### **Материалы и методы**

Сводные расчеты уровня загрязнения, которые предоставляют детальное представление об уровнях загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосфере, создаются на основе совокупности данных, включая выбросы из разнообразных источников как стационарных, так и передвижных. В процессе их подготовки применяются передовые методики моделирования распространения этих веществ в атмосфере, например, как указано в МРР—2017<sup>1</sup>. Эти методики позволяют анализировать данные о концентрации ЗВ, собранные из различных областей, в т. ч. из жилых и промышленных зон, чтобы сформировать всестороннее понимание общего состояния атмосферного воздуха [1—7].

<sup>1</sup> МРР—2017. Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе. Утв. Минприроды России от 06.06.2017 № 273. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456074826?ysclid=m053lhz9lw59098515>.

Это дает возможность полностью осознать, каково состояние атмосферы в конкретных локациях.

Тема сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха не нова. Так, в 1990—2000-х гг. по ряду городов страны (Санкт-Петербург, Красноярск, Челябинск, Улан-Удэ) созданы сводные расчеты по инициативе региональных экологических ведомств, претерпевшие не одну актуализацию и с разной степенью эффективности встроенные в систему регионального экологического регулирования. Однако только в ходе эксперимента по квотированию выбросов, инициированного в рамках ФПЧВ согласно Федеральному закону от 23.07.2019 № 195-ФЗ<sup>2</sup>, подготовка сводных расчетов была выполнена под контролем Минприроды России на должном методологическом и технологическом уровне, и сводные расчеты стали действенным инструментом снижения выбросов посредством установления обязательных к выполнению квот.

Важно подчеркнуть, что для оценки качества атмосферного воздуха и установления лимитов на выбросы ЗВ используются комплексные математические анализы. Они служат основой как для контроля качества воздуха, так и для системы квот на выбросы ЗВ. В основе этих расчетов лежит научная работа М. Е. Берлянда [8], а также методологии и правила, касающиеся распространения ЗВ в атмосфере<sup>3</sup> [9—12] и создания сводных отчетов о загрязнении<sup>4</sup>. Все эти процессы осуществляются путем тщательных расчетов.

В соответствии с методиками для определения распространения ЗВ в атмосфере выявлено, что при выбросе определенных вредных веществ из источника, обладающего круглым отверстием, наибольшая концентрация этих веществ у поверхности земли (в мг/м<sup>3</sup>) наблюдается на определенном расстоянии от источника [13]. Эта концентрация и расстояние  $x_M$ , на котором она достигается, зависят от скорости ветра  $u_M$ , опасной для распространения загрязнений. Для ее расчета используется специальная формула<sup>5</sup>:

$$c_M = \frac{AMFm\eta}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}},$$

где  $A$  — коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, определяющий условия горизонтального и вертикального рассеивания ЗВ в атмосферном воздухе;  $M$  — масса ЗВ, выбрасываемая в атмосферный воздух в единицу времени (мощность выброса), г/с;  $F$  — безразмерный коэффи-

<sup>2</sup> О проведении эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части снижения загрязнения атмосферного воздуха. Федеральный закон от 23.07.2019 № 195-ФЗ. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_329955/?ysclid=m054youvul313491546](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_329955/?ysclid=m054youvul313491546).

<sup>3</sup> МРР—2017. Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе. Утв. Минприроды России от 06.06.2017 № 273. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456074826?ysclid=m053lhz9lw59098515>.

<sup>4</sup> Правила проведения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха, включая их актуализацию. Утв. Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации 29.11.2019 № 813. URL: <https://docs.cntd.ru/document/564067734?ysclid=m0556sq5zc994810527>.

<sup>5</sup> ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data1/2/2826/index.htm?ysclid=m055e457hs612241345>.

циент, учитывающий скорость оседания ЗВ (газообразных и аэрозолей, включая твердые частицы) в атмосферном воздухе;  $m$  и  $n$  — безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выброса из устья источника выброса;  $\eta$  — безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности;  $H$  — высота источника выброса, м;  $V_1$  — расход ГВС, определяемый по формуле, м/с;  $\Delta T$  — разность между температурой выбрасываемой ГВС  $T_Г$  и температурой атмосферного воздуха  $T_В$ , °С.

Важно отметить, что создание МРР—2017 стало возможным благодаря использованию передовых научных подходов, унаследованных от ОНД—86. Этот старый стандарт, служивший основой для определения экологических норм и зон санитарной охраны на протяжении почти 30 лет, обеспечил надежную базу для новой методики. При разработке МРР—2017 ключевым аспектом стал анализ загрязнителей, проведенный на основе существующих методических рекомендаций. Эти рекомендации охватывали всестороннее руководство по инвентаризации ЗВ, включая стандарты для сбора, анализа, документирования и архивации данных. Данный процесс был формализован и получил юридическую силу благодаря приказу Министерства природных ресурсов РФ от 19.11.2021 № 871 [14].

Чтобы оценить, насколько загрязнен атмосферный воздух, применяются разнообразные техники. Среди них выделяется метод, официально утвержденный 27.11.2019 приказом № 804 Министерства природных ресурсов РФ, который ориентирован на анализ эмиссий от автотранспорта и других мобильных источников в рамках комплексной оценки состояния воздуха<sup>6</sup>. В дополнение к этому разрабатывается методика, предназначенная для вычисления как пиковых, так и суммарных выбросов вредных веществ, происходящих в результате сжигания березовых дров, бурого угля с Бородинского и Большесырского месторождений, а также при использовании бездымного угля, древесных пеллет и брикетов в домашних отопительных устройствах мощностью до 100 кВт, что находится на стадии получения официального подтверждения.

Сводные расчеты позволяют определить максимальные единичные и долгосрочные уровни ЗВ на земле в различных специфически обозначенных местах в пределах выбранных городов-пилотов. Это означает, что для каждой выбранной территории создается определенная таблица, показывающая распределение загрязнений в этих локациях.

В период с 2023 по 2024 гг. организация ВНИИ «Экология» осуществила значительные исследования и обновления экологических регламентов для 12 изначальных городов-участников проекта, включая Братск, Красноярск и Липецк, среди прочего расширяя свою деятельность до включения 29 новых городов в список пилотных проектов. Среди новых участников находятся Абакан, Астрахань и Барнаул, а также Иркутск и Ростов-на-Дону, что означает расширение экологических инициатив и укрепление экологической

---

<sup>6</sup> Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха. В соответствии с пунктом 2 статьи 22.1 ФЗ от 04.05.1999 N 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха». Утв. Министерство природных ресурсов и экологии РФ 27.11.2019 № 804. URL: <https://docs.cntd.ru/document/564062468?ysclid=m05bu9h8o2281902171>.

безопасности в этих регионах. Эта работа представляет собой значительный шаг вперед в улучшении экологической ситуации и разработке новых подходов к устойчивому развитию городских территорий в России.

Официальный отчет, выпущенный 07.06.2024 Министерством природных ресурсов РФ<sup>7</sup>, подтверждает обширное загрязнение атмосферы в Ростове-на-Дону, указывая на существование 382 постоянных источников загрязнения. В дополнение к этому документ включает сведения о 7280 источниках засорения воздуха, из которых 4855 являются контролируемыми, а 2425 — не подвергаются надзору. Отчет также охватывает информацию о 238 автомагистралях, испытывающих интенсивное автомобильное движение с показателем свыше 300 транспортных средств в час, и о 137 165 отопительных установках, обслуживающих индивидуальные жилища.

В городе Ростове-на-Дону среди 382 основных производственных объектов около 15 используются для строительных работ, в т. ч. для возведения гражданских объектов, например, жилых комплексов и зданий с различными функциями. Эти строительные площадки часто становятся источником ЗВ из-за выбросов в атмосферу, преимущественно из-за неорганической пыли. Эта пыль, содержащая от 20 до 70 % двуокиси кремния, обнаруживается в материалах вроде шамота и цемента, а также в отходах производства. Есть также пыль с двуокисью кремния свыше 70 %, найденная в динасе. Экологическую опасность также представляют взвешенные частицы и диоксид азота, выделяемые в процессе строительства.

Для выявления того, как строительные работы при точечной застройке влияют на уровень загрязнения воздуха пылью в плотно застроенных городских районах, на примере одной из строительных площадок в Ростове-на-Дону проведен сводный расчет пылевого загрязнения атмосферного воздуха с учетом пылевых выбросов, выделяемых в строительном производстве. Это исследование учитывало климатические и природные условия данной местности.

Для определения максимальных значений уровня загрязнения от точечного строительства выбрана строительная площадка по ул. Пушкинская, 97, расположенная в зоне максимальной запыленности (рис. 1), где производились строительные работы по возведению 11-этажного многоквартирного жилого дома (рис. 2).

Расчетный эксперимент проведен на площадке научно-методического центра экологического моделирования, прогнозирования и оценок ФГБУ ВНИИ «Экология». Для расчетного комплекса «Эколог-город», разработанного фирмой «Интеграл», сформировано расчетное задание, исходя из следующих условий, которые необходимо учитывать, проводя сводные расчеты загрязнения атмосферы с учетом фактора точечной застройки:

- 1) максимально разовый выброс в период строительства — 48 мг/с;
- 2) уровень концентрации мелкодисперсной пыли PM10 — 13,35 мг/м<sup>3</sup>;
- 3) максимально разовая концентрация PM10 — 26,7 мг/м<sup>3</sup>;

<sup>7</sup> Об утверждении порядка оформления и содержания плановых (рейдовых) заданий на проведение плановых (рейдовых) осмотров, обследований лесных участков, порядка оформления результатов таких осмотров, обследований. Приказ Минприроды России от 31.08.2015 № 373. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420302077?ysclid=m05c0ew2vm99913968>.

- 4) время работы в день — 16 ч (2 смены);
- 5) скорость ветра — 5 м/с;
- 6) источник выбросов — неорганизованный;
- 7) уровень содержание  $\text{SiO}_2$  — меньше 20 %.

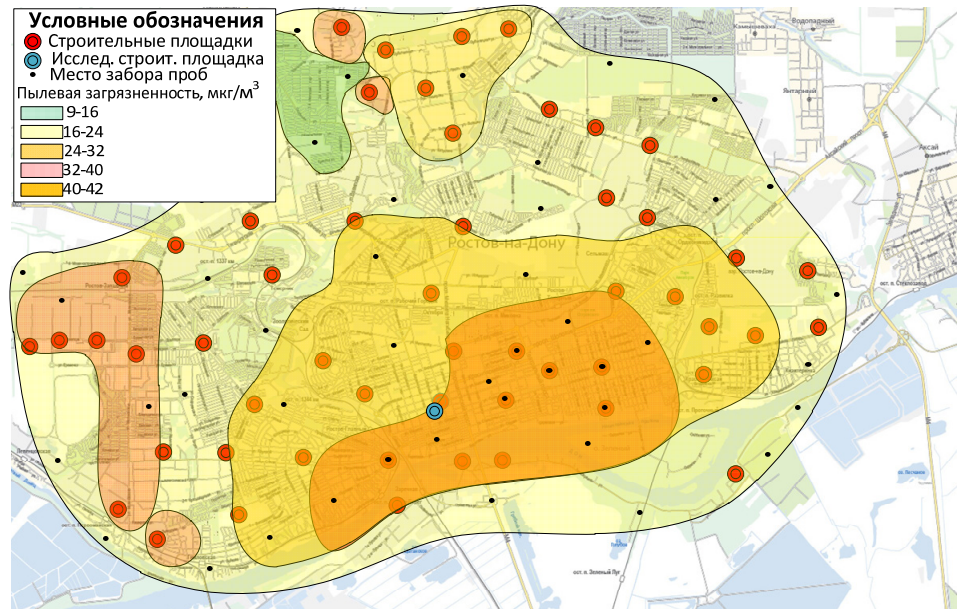


Рис. 1. Распределение концентраций взвешенных веществ  
вблизи объектов точечного строительства, г. Ростов-на-Дону



Рис. 2. Строительная площадка на ул. Пушкинская, 97, г. Ростов-на-Дону

### Результаты и обсуждение

Исследование уровня загрязнения воздуха включало в себя этапы измерений и последующего сводного расчета выбросов ЗВ с помощью ПО УПРЗА «Эколог-город», результаты представлены на рис. 3.

В результате сводного расчета выделяемого пылевого загрязнения, в т. ч.  $\text{PM}_{10}$  и взвешенных веществ, с учетом рассматриваемой точечной застройки в период пиковой загруженности (производство строительно-монтажных работ) получены следующие данные о концентрации загрязняющих веществ, представленные в таблице.

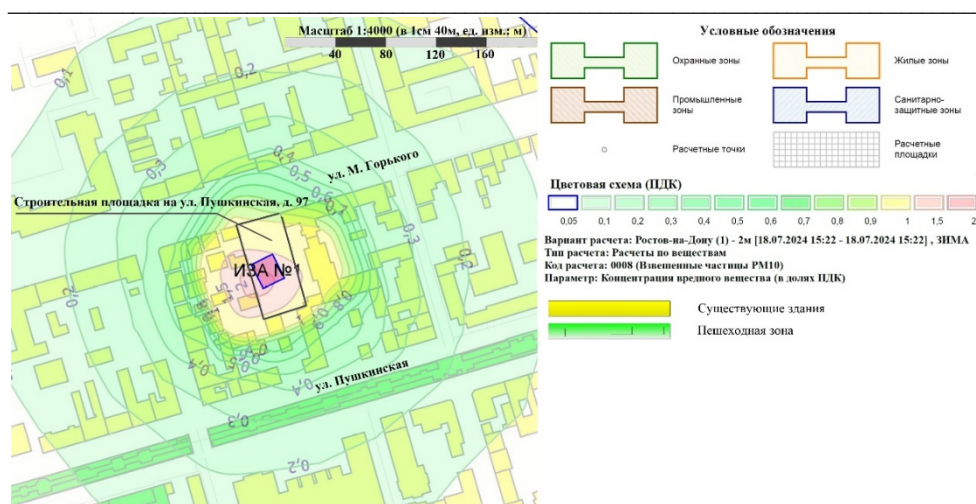


Рис. 3. Результаты сводного расчета с учетом точечной застройки

*Уровень концентрации пылевого загрязнения при точечной застройке*

Уровень концентрации, ПДК	Расстояние от источника, м
2 ПДК	0...40
1,5 ПДК	40...80
1 ПДК	> 80

На строительной площадке в рабочей зоне производства работ уровень пылевого загрязнения превышает ПДК в 2 раза, радиус воздействия такого уровня загрязнения сохраняется в радиусе 40 м, в зависимости от направления ветра. В частности, для города Ростова-на-Дону преобладают ветра зимой — западного направления, в летний период — восточного.

В радиусе 80 м от строительной площадки независимо от направления ветра уровень концентраций взвешенных частиц в жилой зоне в ряде случаев повышается до 1,5 ПДК, что в период строительства исследуемого объекта на протяжении 315 дней предполагает постоянное воздействие пылевого загрязнения на население, проживающие вблизи строительной площадки.

На расстоянии 120 м от точечной застройки уровень запыленности достигает допустимых значений, принимая во внимание фоновую концентрацию пылевого загрязнения в городе.

В дальнейших исследованиях методика, предложенная в данной работе, и результаты измерений пылевого загрязнения будут интегрированы авторами в методологию управления жизненным циклом объектов капитального строительства с минимизацией загрязнения атмосферного воздуха, предложенную в работах [15, 16]. Это позволит, в отличие от применяемых методик, принимать решения по управлению жизненным циклом объектов точечного строительства на всем его протяжении в концепции Win-технологий.

**Выводы**

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что при стесненности городской застройки воздействие пылевого загрязнения распространя-

ется на прилегающие к строительной площадке здания и сооружения — жилые дома, общественные здания, деловые центры и т. д.

Благодаря проведению сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха, принимая во внимание точечную застройку, появляется возможность корректно выбирать место расположения строительных площадок в городе с учетом воздействия на окружающее население и прогнозировать степень воздействия уже существующего пылевого загрязнения от производимых на строительной площадке работ.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Оводков М. В., Баранникова С. И., Азаров В. Н. Актуализация сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2023. Вып. 1(90). С. 211—223.
2. Azarov V., Petrenko L., Manzhilevskaya S. The Study of Local Dust Pollution of Atmospheric Air on Construction Sites in Urban Areas // International Scientific Conference Energy Management of Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies. 2019. Vol. 983. DOI: org/10.1007/978-3-030-19868-8\_43.
3. Azarov V., Manzhilevskaya S., Petrenko L. Environmental Monitoring of Ecological Safety During Construction Works // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 698. Pp. 055003.
4. Manzhilevskaya S., Lihonosov A., Petrenko L. Fine dust atmospheric pollution from the objects of infill construction // E3S Web Conf. 2019. Vol. 135. Pp. 01020. DOI: org/10.1051/e3sconf/201913501020.
5. Manzhilevskaya S., Petrenko L., Azarov V. Improving design solutions for the organization of construction production and the construction site equipment taking into account environmental safety during the reconstruction of facilities // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 913. Pp. 042013.
6. Manzhilevskaya S., Petrenko L., Azarov V. Vertical Distribution of Fine Dust During Construction Operations // International Scientific Conference Energy Management of Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies. 2019. Vol. 1259. DOI: org/10.1007/978-3-030-57453-6\_28.
7. Manzhilevskaya S., Petrenko L., Azarov V. Monitoring Methods for Fine Dust Pollution During Construction Operations. In: Murgul, V., Pukhkal, V. (eds) International Scientific Conference Energy Management of Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies. 2019. Vol. 1259. DOI: org/10.1007/978-3-030-57453-6\_29.
8. Берлянд М. Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 448 с.
9. Dust dispersion patterns during construction processes: A multi-process simulation study / Q. Luo, L. Huang, Y. Liu, X. Xue, F. Zhou, Ji. Hua // Sustainability. 2021. Vol. 13. Pp. 8451.
10. Khan M., Khan N., Skibniewski M. J., Park C. Environmental Particulate Matter (PM) Exposure Assessment of Construction Activities Using Low-Cost PM Sensor and Latin Hypercube Technique // Sustainability. 2021. Vol. 13. Pp. 7797.
11. Air pollution dispersal in high density urban areas: Research on the triadic relation of wind, air pollution, and urban form / J. Yang, B. Shi, Y. Shi, S. Marvin, Y. Zheng, G. Xia // Sustainable Cities and Society. 2020. Vol. 54.
12. Reducing Construction Dust Pollution by Planning Construction Site Layout / G. W. Tao, J. C. Feng, H. B. Feng, H. Feng, K. Zhang // Buildings-Basel. 2022. Vol. 12. Iss. 5.
13. Сорокин Н. Д. Сводные расчеты как инструмент воздухоохранной деятельности. СПб.: Б-ка Интеграла, 2018. 122 с.
14. Оводков М. В., Миронова А. Д., Никитин М. В., Ткачев М. А. О подготовке сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха в рамках федерального проекта «Чистый воздух» и эксперимента по квотированию выбросов // Охрана атмосферного воздуха. Новые подходы и пути решения: сб-к тр. к XXV экологическому конгрессу «Атмосфера». СПб.: Политех-Пресс, 2024. С. 79—101.



15. *Азаров В. Н., Бурлаченко О. В., Бурлаченко А. О., Азарова М. Д.* Управление жизненным циклом объекта капитального строительства с минимизацией загрязнения атмосферного воздуха // Вестник МГСУ. 2024. Т. 19. № 3. С. 456—468.

16. *Азаров В. Н., Бурлаченко О. В., Бурлаченко А. О., Елфимов К. А.* Методология принятия оптимальных решений по управлению жизненным циклом объекта капитального строительства с учетом критерия пылевого загрязнения атмосферного воздуха / Строительство и техногенная безопасность. 2024. № 32(84). С. 93—98.

© Оводков М. В., Манжильевская С. Е., Бурлаченко А. О., Азаров В. Н., 2024

Поступила в редакцию  
в июне 2024 г.

Ссылка для цитирования:

*Оводков М. В., Манжильевская С. Е., Бурлаченко А. О., Азаров В. Н.* Учет загрязнения воздуха от точечного строительства в сводных расчетах загрязнения атмосферного воздуха // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2024. Вып. 3(96). С. 166—174. DOI: 10.35211/18154360\_2024\_3\_166.

Об авторах:

**Оводков Михаил Владимирович** — руководитель научно-методического центра экологического моделирования, прогнозирования и оценок, ВНИИ «Экология». Российская Федерация, 117628, г. Москва, 36 км МКАД, двлд. 1, стр. 4

**Манжильевская Светлана Евгеньевна** — канд. техн. наук, доц. каф. организации строительства, Донской государственный технический университет (ДГТУ). Российская Федерация, 344001, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1; smanzhilevskaya@yandex.ru

**Бурлаченко Александр Олегович** — ассистент каф. инженерной графики, стандартизации и метрологии, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; a.o.burlachenko@gmail.com

**Азаров Валерий Николаевич** — д-р техн. наук, проф., зав. каф. безопасности жизнедеятельности в строительстве и городском хозяйстве, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; ptb2006@mail.ru

**Mikhail V. Ovodkov<sup>a</sup>, Svetlana E. Manzhilevskaya<sup>b</sup>,  
Alexander O. Burlachenko<sup>c</sup>, Valerii N. Azarov<sup>c</sup>**

<sup>a</sup> *All-Russian Research Institute Environment*

<sup>b</sup> *Don State Technical University*

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

## INCLUSION OF DATA ON AIR POLLUTION BY DUST PARTICLES FROM SPOT CONSTRUCTION IN SUMMARY CALCULATIONS OF ATMOSPHERIC AIR POLLUTION

The results of a study of summary calculations of atmospheric air pollution in an urban area, taking into account dust emissions from point construction, are presented. The research is gaining importance due to its focus on analyzing the emission of construction dust, calculating air pollution levels and developing strategies to combat this pollution. These actions are being taken to improve the environmental situation in urban conditions, which is reflected in the national initiative “Ecology”, which emphasizes the country's desire for careful management of natural resources and to improve the quality of life of the population.

**Key words:** spot development, summary calculations of atmospheric air pollution, dust emissions in construction, environmental safety of urban areas, inventory of sources.



*For citation:*

Ovodkov M. V., Manzhilevskaya S. E., Burlachenko A. O., Azarov V. N. [Inclusion of data on air pollution by dust particles from spot construction in summary calculations of atmospheric air pollution]. *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], 2024, iss. 3, pp. 166—174. DOI: 10.35211/18154360\_2024\_3\_166.

*About authors:*

**Mikhail V. Ovodkov** — Head of the Scientific and Methodological Center for Ecological Modeling, Forecasting and Assessments, All-Russian Research Institute Environment. 1, 36 km MKAD, Moscow, 117628, Russian Federation

**Svetlana E. Manzhilevskaya** — Candidate of Engineering Sciences, Don State Technical University (DSTU). 1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344001, Russian Federation; smanzhilevskaya@yandex.ru

**Alexander O. Burlachenko** — Assistant, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; a.o.burlachenko@gmail.com

**Valerii N. Azarov** — Doctor of Engineering Sciences, Professor, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; ptb2006@mail.ru