

## Раздел 4. Экологическая безопасность

УДК 69.058

### ПЛАНИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ ТОЧЕЧНОЙ ЗАСТРОЙКЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УДЕЛЬНЫХ ПЫЛЕВЫХ ВЫБРОСОВ

Манжилевская С. Е.

Донской государственный технический университет,  
344001, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина 1,  
e-mail: smanzhilevskaya@yandex.ru

**Аннотация.** Строительная отрасль считается одним из значительных источников ущерба окружающей среды. Последствия пылевого загрязнения оказывают влияние на все этапы жизненного цикла здания, от начала работ на строительной площадке до завершения, эксплуатации и сноса. Несмотря на то, что этап реализации производства работ длится недолго по сравнению с другими этапами жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта, этап строительства оказывает ряд значительных воздействий на окружающую среду. С развитием строительной отрасли и увеличением масштабов строительного производства в городах, где в стесненных условиях в плотной городской застройке образуются строительные площадки с возводимыми новыми зданиями, необходимо комплексно оценить и исследовать строительную площадку как источник загрязнения, определить и оценить все источники пылевого загрязнения на строительной площадке, процессы распространения пылевого загрязнения в городской среде, в которой уже существует определенный уровень загрязненности, свойственный по климатическим, природным, рельефным особенностям территории. В статье предложен анализ данных по натурным исследованиям степени запыленности атмосферного воздуха территории г. Ростова-на-Дону, анализ объема выбросов строительной пыли от производимых строительных работ, предложен метод расчета контроля за реализацией строительных процессов и распространения пылевого загрязнения образующегося в атмосферном воздухе, показатели максимальной, среднесуточной концентрации выброса мелкодисперсной пыли PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10</sub> образующейся от строительного производства и возможности контроля уровня загрязнения на строительной площадке. Фундаментальных исследований по расчету пылевыделения от строительных работ при точечной застройке не имеется. На основании проведенных ранее натурных исследованиях с применением счетчика частиц Handheld 3016 были получены данные пылевых выбросов от строительных процессов при различных климатических воздействиях.

**Предмет исследования:** анализ данных по натурным исследованиям степени запыленности атмосферного воздуха территории г. Ростова-на-Дону, объема выбросов строительной пыли от производимых строительных работ на строительных площадках в городских условиях.

**Материалы и методы:** проведение систематических измерений степени запыленности г. Ростова-на-Дону с помощью ручного счетчика частиц Lighthouse Handheld 3016 IAQ, принимая во внимание типичные климатические, природные факторы территории, на которой располагается город. Систематический контроль за несколькими строительными площадками, где возводились схожие по технологии и условиям жилые комплексы в наиболее запыленной зоне г. Ростова-на-Дону и выбор пяти строительных площадок для разработки календарного графика выполнения строительно-монтажных работ с учетом удельных выбросов частиц пыли и климатических условий для расчета пылевого фактора загрязнения окружающей среды.

**Результаты:** эффективным подходом, который может быть с пользой применен к определению пылевых выбросов на строительной площадке, для расчета валового выброса выделяемой пыли на площадке от строительных работ, ежедневных показателей максимально разовой и среднесуточной концентрации, а также к рассеиванию пыли с определением зон превышения показателей ПДК является использование сетевого моделирования с дальнейшей календаризацией для прогнозирования этих видов показателей в ходе проектирования и реализации строительного производства.

**Выводы:** на основе полученных данных можно сделать вывод, что при существующей реализуемой организации и технологии производства работ, показатели концентрации частиц мелкодисперсной пыли находятся в пределах ПДК, но учитывая фоновые концентрации атмосферного воздуха г. Ростова-на-Дону, данные показатели на конкретной территории будут превышать допустимые ПДК. Процесс использования имеющихся моделей СМР с учетом удельных пылевых выбросов, разработка расписания пылевого загрязнения конкретной территории с учетом природных, климатических факторов и определение зон превышения показателей ПДК в процессе моделирования рассеивания частиц мелкодисперсной пыли за границы забора строительной площадке позволят составить паспорт экологической безопасности близлежащей урбанизированной территории при точечной застройке. Ежедневное установление показателей пылевого загрязнения сможет позволить скорректировать расписание строительных работ. Моделирование рассеивания строительной пыли с учетом направления и скорости ветра даст возможность ежедневно контролировать зоны превышения ПДК соседней территории и скорректировать мероприятия, позволяющие погасить пылевые выбросы на строительной площадке.

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, защита атмосферного воздуха, мелкодисперсная пыль, точечная застройка, пылевое загрязнение.

## ВВЕДЕНИЕ

Строительная отрасль считается одним из значительных источников ущерба окружающей среде. На её долю приходится около 20-50% потребления природных ресурсов, 50% выбросов углекислого газа и 50% общего объема твердых отходов во всем мире. По данным доклада Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП) на 2021-2030г.г., на строительные работы приходится 20% глобальных выбросов CO<sub>2</sub> в 2020 г., связанных с производством работ [1]. Строительные работы могут привести к образованию большого количества пылевого загрязнения, включая земляные работы, армирование, пескоструйную обработку, сверление / шлифование и каменные работы. Этому виду пыли свойственно загрязнять окружающую среду, строительная пыль считается одним из наиболее значительных загрязнителей, угрожающих здоровью человека [2]. Воздействие строительной пыли на окружающую среду городской территории, а также на здоровье и безопасность людей стало на сегодняшний день большой экологической проблемой. Например, пыль от строительных работ, особенно мелкодисперсная пыль PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10</sub>, наносит вред здоровью жителей соседних территорий и строителей в рабочей зоне производства работ, поскольку высокое воздействие, даже в течение короткого периода, может привести, например, к силикозу [3,4].

## АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Ухудшению состояния окружающей среды за счет пылевого загрязнения атмосферного воздуха городской среды уделено большое внимание на отечественном [5-9] и международном [10-12] научном уровнях. Последствия пылевого загрязнения оказывают влияние на все этапы жизненного цикла здания, от начала работ на строительной площадке до завершения, эксплуатации и сноса [13]. Фундаментальных исследований по расчету пылевыделения от строительных работ при точечной застройке не имеется. На основании проведенных ранее натурных исследований с применением счетчика частиц Handheld 3016 были получены данные пылевых выбросов от строительных процессов при различных климатических воздействиях [14].

Несмотря на то, что этап реализации производства работ длится недолго по сравнению с другими этапами жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта, он оказывает ряд значительных воздействий на окружающую среду [15].

Строительство является одной из важных отраслей промышленности в нашей стране. Развитие этой отрасли оказывает существенное влияние на состояние экономики, уровень безработицы и привлекательность инвестиций государства и коммерческих организаций.

Вопросам исследования пылевых выбросов, особенно мелкодисперсной пыли в строительной промышленности уделено большое внимание в работах Азарова В.Н. [16], Сидельниковой О.Е. [17], Стреляевой А.Б. [18], Теличенко В.И. [19], Мензелинцевой Н. В. [20], Кошкарева С.А. [21], Ильичева В.А. [22], Колчунова В.И. [23], Бакаевой Н.В. [24], Богуславского Е.И. [25] и других ученых, но с развитием строительной отрасли и увеличением масштабов строительного производства в городах, мегаполисах, населенных пунктах, где в стесненных условиях в плотной городской застройке образуются строительные площадки с возводимыми новыми зданиями, жилыми комплексами с поэтапной очередностью ввода зданий в эксплуатацию и сооружениями различной высотности, необходимо комплексно оценить и исследовать строительную площадку как источник загрязнения, определить и оценить все источники пылевого загрязнения на строительной площадке, процессы распространения пылевого загрязнения в городской среде, в которой уже существует определенный уровень загрязнения, свойственный климатическим, природным, рельефным особенностям территории. Если в городе существует исторический центр со зданиями, чье наличие, физический и моральный износ находится под контролем федеральных и региональных властей, и они являются памятниками архитектуры и культуры, которые требуют работ по реконструкции и реставрации, но уже их расположение окружено со временем обновленной, населенной, «обжитой» городской средой, то ежегодно в таких городах образуются десятки строительных площадок, с различным сроком производства работ, что на определенное время усиливает пылевое загрязнение близлежащей территории, жилой зоны, и требует проработки экологических, управленческих, организационных и технических решений для недопуска распространения пыли за пределы строительной площадки.

В данной статье предложен анализ данных по натурным исследованиям степени запыленности атмосферного воздуха территории г. Ростова-на-Дону, объема выбросов строительной пыли от производимых строительных работ, предложен метод расчета и распространения пылевого загрязнения, показателей максимальной, среднесуточной концентрации выбросов мелкодисперсной пыли PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10</sub> образующихся от строительного производства и возможности контроля за уровнем загрязнения на строительной площадке по средствам расширения функциональных характеристик существующих проектных решений, наглядных, структурированных как календарный график производства работ с применением сетевого моделирования, что даёт возможность систематизировать данные, на примере пылевых выбросов от строительного производства, производить контроль со стороны курирующих

строительный процесс органов и структур предметно, ссылаясь на конкретные проектные решения, а подрядчикам мониторить показатели пылевого загрязнения в динамике, планировать и координировать строительное производство отталкиваясь от данных в реальном времени.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

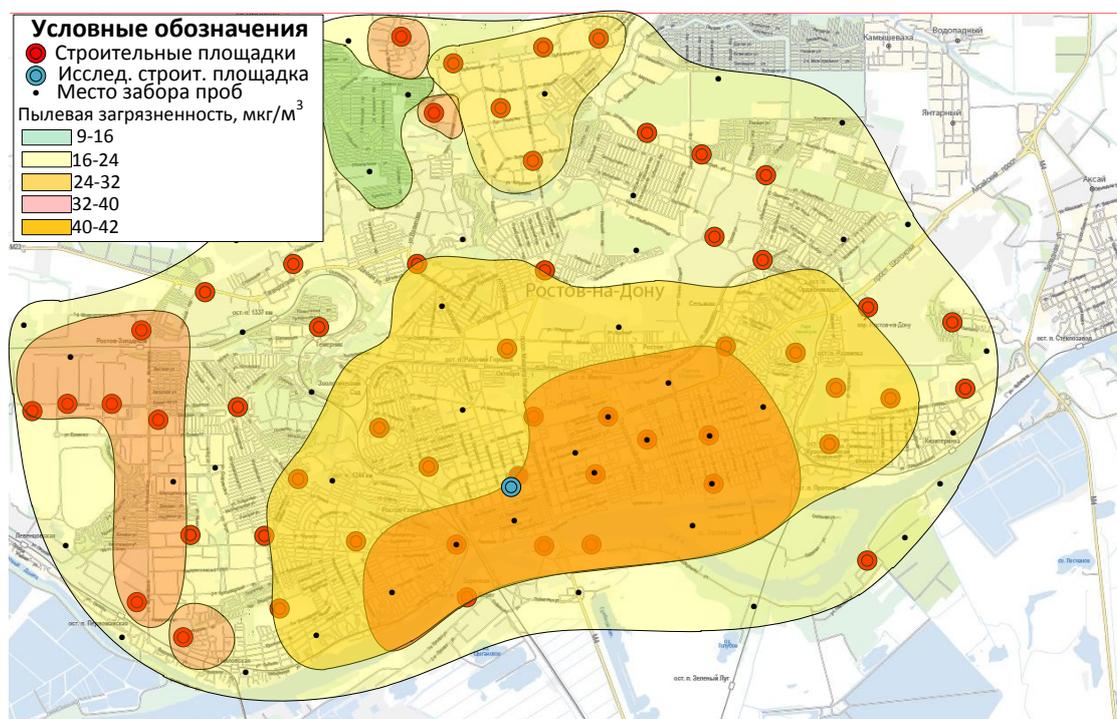
Весь процесс исследования был разделен на три этапа.

Первый этап предполагал проведение систематических измерений степени запыленности г. Ростова-на-Дону принимая во внимание типичные климатические, природные факторы территории, на которой располагается город. Особое внимание необходимо было уделить местам, где на текущий момент располагаются строительные площадки с возведением новых объектов

капитального строительства и реконструкцией старого фонда. Исходя из данных предыдущих исследований [26-29] была поставлена задача определить динамику изменений пылевой загрязненности территории и текущую ситуацию в связи с увеличением объемов строительного производства в городе.

Измерения проводились с помощью ручного счетчика частиц Lighthouse Handheld 3016 IAQ один раз в неделю в 44 одинаковых установленных местах на протяжении 26 недель. В результате анализа данных полученных измерений была разработана схема приземной и фоновой концентрации запыленности территории г. Ростова-на-Дону, представленная на рисунке 1.

Вторым этапом стал систематический контроль за несколькими строительными площадками, где возводились схожие по технологии и условиям жилые комплексы в наиболее запыленной зоне г. Ростова-на-Дону [30].



**Рис. 1.** Схема приземной и фоновой концентрации запыленности территории г. Ростова-на-Дону.  
**Fig. 1.** Scheme of surface and background dust concentration of the territory of Rostov-on-Don.

Третим этапом стал выбор пяти строительных площадок для разработки календарного графика выполнения строительно-монтажных работ с учетом удельных выбросов частиц пыли и климатических условий для расчета пылевого фактора загрязнения окружающей среды. На основе полученных данных с этих строительных площадок были разработаны сетевые модели с календарными графиками, эпорами распределения пыли по периодам строительства. Сравнивая натурные

данные, полученные в ходе измерения пылевых выбросов от строительных процессов на площадках, было определено, что разница между показателями составляла 1-2%.

Одним из объектов внедрения проектного решения послужила строительная площадка г. Ростова-на-Дону на ул. Пушкинская 97 11-этажного многоквартирного жилого дома, представленная на рисунке 2.



**Рис. 2.** Строительная площадка 11-этажного многоквартирного жилого дома по ул. Пушкинская 97, г. Ростов-на-Дону.  
**Fig. 2.** The construction site of an 11-storey apartment building on 97 Pushkinskaya Street, Rostov-on-Don.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Эффективным подходом, который может быть с пользой применен к определению пылевых выбросов на строительной площадке, для расчета валового выброса выделяемой пыли на площадке от строительных работ, ежедневных показателей максимально разовой и среднесуточной концентрации, а также к рассеиванию пыли с определением зон превышения показателей ПДК является использование сетевого моделирования с дальнейшей календаризацией для прогнозирования этих видов показателей в ходе проектирования и реализации строительного производства.

При производстве строительных работ предполагается использовать метод календарного планирования. Этот метод, который включает расписание выполнения строительных работ с определением пылевых выбросов, позволяет определить в любой промежуток времени объемов выделяемого пылевого загрязнения при производстве строительных работ и применять имеющиеся или предлагаемые способы сокращения вредных выбросов [31].

Для проведения процесса разработки расписания строительно-монтажных работ при точечной застройке с учетом удельных выбросов пыли и климатических условий для расчета пылевого фактора загрязнения окружающей среды было необходимо согласно данным удельного объема выбросов пыли по всем строительным работам, которые проводились в ходе экологического мониторинга текущих и предыдущих строительных площадок, на которых было развернуто строительное производство, разработать программу по способу расчета удельных показателей выбросов пыли для строительного производства, прогнозирования рассеивания пылевых частиц мелкодисперсной пыли PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10</sub> от источника производства строительного процесса с учетом природных и климатических факторов для дальнейшего предотвращения распространения пылевого загрязнения на территории соседней застройки.

Согласно постановлению Правительства РФ от 16.02.2008г. №87 «О составе проектной документации и требованиям к их содержанию», в состав проектно-сметной документации для возведения объектов капитального строительства в обязательном порядке должны быть включены разделы «Проекта организации строительства» и

«План мероприятия по охране окружающей среды» [32].

Для процесса моделирования из раздела проекта организации строительства необходимы следующие исходные данные:

- характеристика района по месту расположения объекта строительства и условий строительства;
- характеристика земельного участка;
- описание особенностей проведения работ в условиях стесненной городской застройки;
- обоснование принятой организационно-технологической схемы, определяющей последовательность возведения зданий и сооружений, инженерных и транспортных коммуникаций, обеспечивающей соблюдение установленных в календарном плане строительства, реконструкции, капитального ремонта сроков завершения строительства;
- перечень видов строительных и монтажных работ;
- технологическая последовательность работ при возведении объектов капитального строительства или их отдельных элементов;
- описание проектных решений и мероприятий по охране окружающей среды в период строительства, реконструкции, капитального ремонта;
- календарный план строительства, реконструкции, капитального ремонта, включая подготовительный период (сроки и последовательность строительства, реконструкции, капитального ремонта основных и вспомогательных зданий, строений и сооружений, выделение этапов строительства, реконструкции).

На основе исходных данных, отраженных в проекте производства работ на строительство 11-этажного многоквартирного жилого дома по ул. Пушкинская, 97 мы имеем исходные данные для выполнения расписания работ на базе сетевого графика и календарного плана.

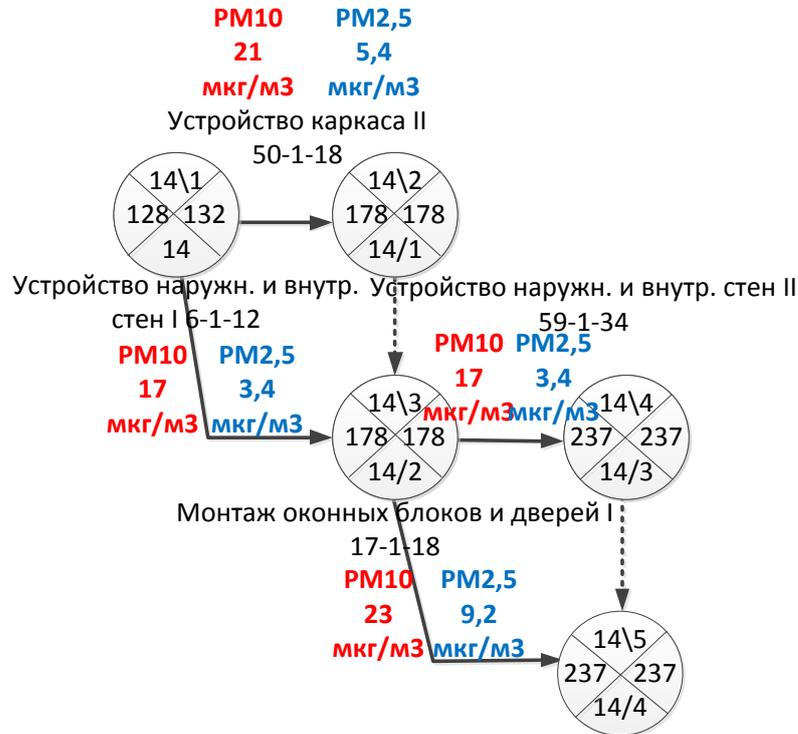
В период исследования строительной площадки преобладало северо-восточное направление ветра, площадка строительства огорожена плотной городской застройкой, что при средних показателях скорости ветра в г. Ростове-на-Дону в 5м/с, дало показатель скорости вблизи территории строительства в 2-3м/с, влажность воздуха была в пределах 60-65%.

Участок строительства, ровный, окруженный с восточной и западной стороны плотной городской застройкой высотой 10-50м., с северной стороны участок выходит на дорогу средней загруженности

по ул. Максима Горького, с юга - на пешеходный бульвар ул. Пушкинская без движения автомобильного транспорта.

Здание по конструктивной схеме представляет собой 9-11 этажный 2 секционный многоквартирный жилой дом, выполненный из монолитного каркаса с наружными стенами из мелкоштучных материалов и нанесением декоративной штукатурки на фасад. Общая

площадь объекта - 17 695,34 м<sup>2</sup>, площадь строительной площадки - 4 320,00 м<sup>2</sup>. Срок строительства – 315 дней. На основе полученных данных выполнена сетевая модель СМР с учетом удельных показателей выбросов частиц мелкодисперсной пыли PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10</sub> на протяжении периода производства работ, фрагмент модели представлен на рисунке 3.



**Рис. 3.** Фрагмент сетевого графика с учетом удельного объема выброса частиц мелкодисперсной пыли PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10</sub>.  
**Fig. 3.** The fragment of a network graph taking into account the specific volume of fine dust particles PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>.

На основании сетевой модели выполнено при помощи графика Ганта календаризация строительных работ с учетом пылевых выбросов на протяжении всего строительства, эпюра удельных пылевых выбросов, которая проецирует ежедневный суммарный валовый объем пылевого загрязнения частиц мелкодисперсной пыли PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10</sub> дает возможность определить качественные и количественные показатели ПДК и в зависимости от условий применять мероприятия по нераспространению пылевого загрязнения за пределы забора строительной площадки. Для составления расписания строительных процессов, способствующих образованию и рассеиванию пылевых частиц PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10</sub> разработана программа расчета, предлагается следующая инструкция производства работ:

1. Необходимо знать какие виды пыли выделяются от разных видов строительных работ, прилагать паспорт пыли на каждый строящийся объект к ПМООС.
2. Необходимо для прораба заказывать ежемесячно метеосводку со следующими данными: направление ветра, скорость ветра.
3. Необходимо разработать график и эпюру пылевых выбросов во времени, которые представлены на рисунке 4, что даст возможность ежедневно определять суммарный объем выделяемого пылевого загрязнения, данные взятые с графика необходимы для выполнения моделирования процесса рассеивания пылевого загрязнения.

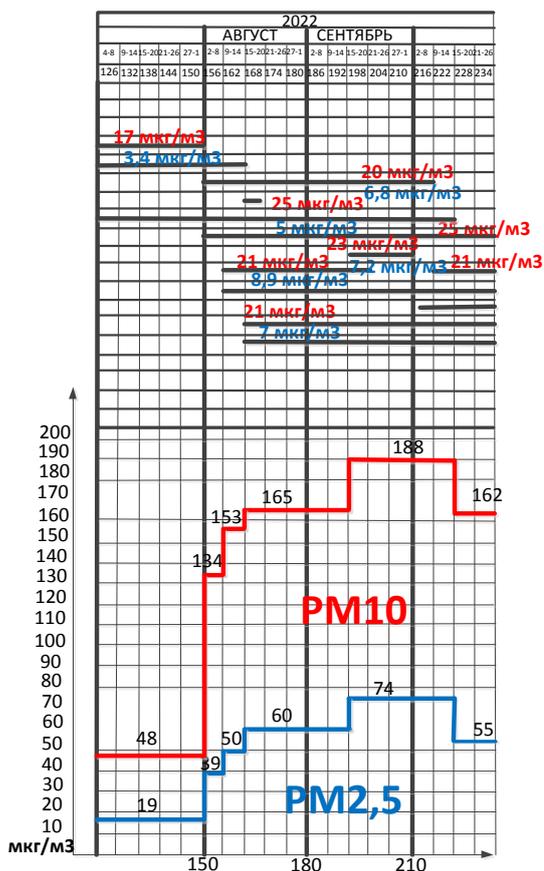


Рис. 4. Фрагмент графика удельных показателей пылевых выбросов 11-этажного многоквартирного жилого дома.  
 Fig. 4. A fragment of the graph of specific indicators of dust emissions of an 11-storey apartment.

4. Необходимо выполнить моделирование рассеивания пылевых частиц от точечного источника (рабочей зоны) с учетом вектора скорости ветра, превышение концентрации пыли относительно ПДК, для удобства данного этапа в данный момент готовится программный комплекс для ЭВМ. В результате оказывается возможным учесть вероятностные реализации всех ветровых ситуаций за определенный отрезок времени, при которых могут возникнуть опасные зоны, в которых могут быть нарушены установленные нормы ПДК на конкретный промежуток времени.

5. Авторский надзор, мастер, прораб, инженер по ТБ должны следить по расписанию работ за выделением вредных выбросов пыли в любой период времени строительства.

В результате проведенной работы мы имеем возможность рассчитать для данного строительного производства суммарный валовый выброс пылевого загрязнения выделяемого на строительной площадке, путем расчета площади  $S$  эпюры пылевых выбросов. Таким образом, за 315 рабочих дней строительного производства валовый выброс частиц мелкодисперсной пыли PM10 составит 35,4 мг/с, PM2,5 – 12,4 мг/с. Суммарный валовый выброс мелкодисперсной пыли составит 47,78 мг/с.

Показатель максимальной концентрации за период строительства объекта составит 262 мкг/м<sup>3</sup>. Среднегодовая концентрация составит 151,7 мкг/м<sup>3</sup>.

Среднесуточная концентрация может определяться ежедневно, в зависимости от расписания выполняемых работ, например в период максимальной загруженности строительного производства, среднесуточная концентрация составит 131 мкг/м<sup>3</sup>.

## ВЫВОДЫ

На основе полученных данных можно сделать вывод, что при существующей реализуемой организации и технологии производства работ, показатели концентрации частиц мелкодисперсной пыли находятся в пределах ПДК, но учитывая фоновые концентрации атмосферного воздуха г. Ростова-на-Дону, данные показатели на конкретной территории будут превышать допустимые ПДК. Процесс использования имеющихся моделей СМР с учетом удельных пылевых выбросов, разработка расписания пылевого загрязнения конкретной территории с учетом природных, климатических факторов и определение зон превышения показателей ПДК в процессе моделирования рассеивания частиц мелкодисперсной пыли за границы забора строительной площадке позволят составить паспорт экологической безопасности близлежащей урбанизированной территории при точечной застройке. Ежедневное установление показателей пылевого загрязнения сможет позволить скорректировать расписание

строительных работ. Моделирование рассеивания строительной пыли с учетом направления и скорости ветра даст возможность ежедневно контролировать зоны превышения ПДК соседней территории и скорректировать мероприятия, позволяющие погасить пылевые выбросы на строительной площадке.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kaja, Nagaraju, Stuti Goyal. Impact of construction activities on environment. *International Journal of Engineering Technologies and Management Research*. 2023. Vol. 10(1). Pp. 17–24. DOI:10.29121/ijetmr.v10.i1.2023.1277.
2. Amarty Ernest Laryea Nii, Onibudo Oluwasegun, Anamor Samuel Kofi et al. Dust Sources and Impact: A Review. *North American Academic Research*. 2022. Vol. 5. Pp. 17-37. DOI:10.5281/zenodo.7068922.
3. Carlo Rebecca, Sheehy John, Feng H Ami, Sieber K William. Laboratory Evaluation to Reduce Respirable Crystalline Silica Dust When Cutting Concrete Roofing Tiles Using a Masonry Saw. *Journal of occupational and environmental hygiene*. 2010. Vol.7. Pp. 245-51. DOI: 10.1080/15459620903579695.
4. Ali Tariq Eqani, Syed Ali Mustjab Akber Shah Eqani, Muhammad Sadiq, Tassawur Khanam. Dust Effects and Human Health. Pp. 1-15. DOI: 10.1007/978-3-031-21209-3\_1.
5. Baglaeva E.M. Sergeev A.P, Buevich A.G. et. al. 2019. Particulate matter size distribution in air surface layer of Middle Ural and Arctic territories. *Atmospheric Pollution Research*. 2019. Vol. 4. Pp. 1220-1226. DOI:10.1016/j.apr.2019.02.005
6. Menzelintseva N.V., Karapuzova N.Y., Mikhailovskaya Y.S., Redhwan A.M., Efficiency of standards compliance for PM(10) and PM(2,5), *International Review of Civil Engineering*. 2016. Vol. 7(6). Pp. 1-8. DOI: 10.15866/irece.v7i6.9750.
7. Азаров В.Н., Кузьмичев А.А., Николенко Д.А., Васильев А.Н., Козловцева Е.Ю. Исследование дисперсного состава пыли городской среды // Вестник МГСУ. 2020. (15). С. 432–442. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.3.432-442
8. Ilyichev, V.A., Kolchunov, V.I., Bakaeva N.V. Issues of comfort and safety of the urban environment and their solution within the framework of legislative and regulatory documents. *Building and reconstruction*. 2021. Vol. 94. Pp. 74-85. DOI: 10.33979/2073-7416-2021-94-2-74-85.
9. Hanfi M.Y.M., Yarmoshenko I. V., Seleznev A.A. Gross Alpha and Gross Beta Activity Concentrations in the Dust Fractions of Urban Surface-Deposited Sediment in Russian Cities. *Atmosphere*. 2021. Vol. 12(5). 1-8. DOI: 10.3390/atmos12050571.
10. Jinding Xing, Ye Kunhui, Zuo Jian, Jiang Weiyang. Control Dust Pollution on Construction Sites: What Governments Do in China? *Sustainability*. 2018. Vol. 10(8). Pp. 1-17. DOI: 10.3390/su10082945.
11. Nakanishi Yutaro, Kaneta Takashi, Nishino Sayaka. A Review of Monitoring Construction Equipment in Support of Construction Project Management. *Frontiers in Built Environment*. 2022. Vol. 7. Pp.1-11. DOI: 10.3389/fbuil.2021.632593.
12. Kumi Louis, Jeong Jaewook et al. Empirical Analysis of Dust Health Impacts on Construction Workers Considering Work Types. *Buildings*. 2022. Vol. 12. Pp. 1-15. DOI: 10.3390/buildings12081137.
13. Larionova Yuliya, Smirnova Elena. Substantiation of Ecological Safety Criteria in Construction Industry, and Housing and Communal Services. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020. Vol. 543. Pp. 1-6. DOI:10.1088/1755-1315/543/1/012002.
14. Манжилевская С. Е. Влияние мелкодисперсной пыли на окружающую среду при локальном строительстве / С. Е. Манжилевская // Строительство и реконструкция. – 2020. – № 6(92). – С. 86-98. DOI 10.33979/2073-7416-2020-92-6-86-98.
15. Nezhnikova Ekaterina, Larionov Arkadiy, Smirnova Elena. Ecological risk assessment to substantiate the efficiency of the economy and the organization of construction. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*. 2021. Vol. 27. Pp. 1-11. DOI: 10.1080/10807039.2021.1949262.
16. Azarov V.N., Barikaeva N.S. and Solovyeva T.V. Monitoring of fine particulate air pollution as a factor in urban planning decisions. *Procedia Engineering*. 2016. Vol. 150. Pp. 2001-2007. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.07.279.
17. Azarov V.N., Trokhimchyk M.K., Sidelnikova O.E., Research of dust content in the earthworks working area. *Procedia Engineering*. 2016. Vol. 150. Pp. 2008-2012, DOI: 10.1016/j.proeng.2016.07.282.
18. Стрелева А. Б., Калюжина Е. А. Экологическая безопасность при проведении земляных и строительно-отделочных работ // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2017. 50(69). С. 321-329.
19. Сумеркин Ю.А., Теличенко В.И., Оценка экологической безопасности придомовых территорий жилых районов // Промышленное и гражданское строительство. 2017. (6). С. 75–79.
20. Михайловская Ю. С., Мензелинцева Н. В., Карапузова Н. Ю., Лактюшин В. А., Богомолов С. А. Научно-методический подход к определению экологического ущерба от выбросов предприятий строительного комплекса // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. 43(62). С. 189-198.
21. Азаров В. Н., Кошкарёв С. А. Повышение экологической безопасности стройиндустрии совершенствованием систем обеспыливания с использованием комплексного дисперсионного анализа пылевых выбросов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. 43(62). С. 161—174.

22. Ilyichev, V. A. Estimation of Indicators of Ecological Safety in Civil Engineering / V. Ilyichev, S. Emelyanov, V. Kolchunov, N. Bakayeva, S. Kobeleva. *Procedia Engineering*. 2015. Vol. 117. Pp. 126 -131. DOI: 10.1016/j.proeng.2015.08.133

23. Ильичев В.А., Колчунов В.И., Бакаева Н.В., Кобелева С.А. Оценка экологической безопасности строительства на основе модели полного ресурсного цикла. Научный вестник Воронежского ГАСУ. Строительство и архитектура. 2016. (4). С. 169-176.

24. Бакаева Н.В., Калайдо А.В. Обеспечение радиационно-экологической безопасности объектов строительства. Строительство и реконструкция. 2018. (3). С 39-45.

25. Богуславский, Е. И. Оценка концентрации и дисперсного состава пыли в воздухе рабочих и обслуживаемых зон / Е. И. Богуславский, В. Н. Азаров // Безопасность жизнедеятельности. – 2005. – № 2. – С. 46-47.

26. Манжилевская С.Е., Морозов А.В. Разботка и применение в проектировании модели локализации строительного производства с целью повышения экологической безопасности//Вестник Евразийской науки, 2019 №5, <https://esj.today/PDF/01SAVN519.pdf>

27. Манжилевская С.Е., Петренко Л.К., Альшенко Д.Н. Организационно-технологические и градостроительные мероприятия, направленные на повышение уровня экологической безопасности территории г. Ростова-на-Дону // Вестник Евразийской науки, 2019 №4, <https://esj.today/PDF/04SAVN419.pdf>

28. Манжилевская С.Е., Петренко Л.К., Шиндиян Г.А. Систематизация мероприятий по охране и улучшению окружающей среды г. Ростова-на-Дону // Вестник Евразийской науки, 2019 №3, <https://esj.today/PDF/62SAVN319.pdf>

29. Azarov Valery, Manzhilevskaya Svetlana, Petrenko Lubov. The pollution prevention during the civil construction. *MATEC Web of Conferences*. 2018. Vol. 196(04073). Pp. 1-7. DOI: 10.1051/mateconf/201819604073.

30. Manzhilevskaya Svetlana, Petrenko Lubov, Azarov Valery. Vertical distribution of fine dust during construction operations. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2021. Vol. 1259. Pp. 324–331. DOI: 10.1007/978-3-030-57453-6\_28.

31. Manzhilevskaya Svetlana, Petrenko Lubov, Azarov Valery. Monitoring methods for fine dust pollution during construction operations. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2021. Vol. 1259. Pp. 332–340. DOI: 10.1007/978-3-030-57453-6\_29.

32. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008г. №87 «О составе проектной документации и требованиям к их содержанию» - М.: Правительство РФ, 2008. – 84с.

## REFERENCES

1. Kaja, Nagaraju, Stuti Goyal. Impact of construction activities on environment. *International Journal of Engineering Technologies and Management Research*. 2023. Vol. 10(1). Pp. 17–24. DOI:10.29121/ijetmr.v10.i1.2023.1277.

2. Amartey Ernest Laryea Nii, Onibudo Oluwasegun, Anamor Samuel Kofi et al. Dust Sources and Impact: A Review. *North American Academic Research*. 2022. Vol. 5. Pp. 17-37. DOI:10.5281/zenodo.7068922.

3. Carlo Rebecca, Sheehy John, Feng H Ami, Sieber K William. Laboratory Evaluation to Reduce Respirable Crystalline Silica Dust When Cutting Concrete Roofing Tiles Using a Masonry Saw. *Journal of occupational and environmental hygiene*. 2010. Vol.7. Pp. 245-51. DOI: 10.1080/15459620903579695.

4. Ali Tariq Eqani, Syed Ali Mustjab Akber Shah Eqani, Muhammad Sadiq, Tassawar Khanam. Dust Effects and Human Health. Pp. 1-15. DOI: 10.1007/978-3-031-21209-3\_1.

5. Baglaeva E.M. Sergeev A.P, Buevich A.G. et. al. 2019. Particulate matter size distribution in air surface layer of Middle Ural and Arctic territories. *Atmospheric Pollution Research*. 2019. Vol. 4. Pp. 1220-1226. DOI:10.1016/j.apr.2019.02.005

6. Menzelintseva N.V, Karapuzova N.Y., Mikhailovskaya Y.S., Redhwan A.M., Efficiency of standards compliance for PM(10) and PM(2,5), *International Review of Civil Engineering*. 2016. Vol. 7(6). Pp. 1-8. DOI: 10.15866/irece.v7i6.9750.

7. Azarov V.N., Kuzmichev A.A., Nikolenko D.A., Vasilev A.N., Kozlovtseva E.Yu. The research of dust dispersed composition of urban environment. *Vestnik MGSU [Monthly Journal on Construction and Architecture]*. 2020. 15(3). Pp. 432-442. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.3.432-442.

8. Ilyichev, V.A., Kolchunov, V.I., Bakaeva N.V. Issues of comfort and safety of the urban environment and their solution within the framework of legislative and regulatory documents. *Building and reconstruction*. 2021. Vol. 94. Pp. 74-85. DOI: 10.33979/2073-7416-2021-94-2-74-85.

9. Hanfi M.Y.M., Yarmoshenko I. V., Seleznev A.A. Gross Alpha and Gross Beta Activity Concentrations in the Dust Fractions of Urban Surface-Deposited Sediment in Russian Cities. *Atmosphere*. 2021. Vol. 12(5). 1-8. DOI: 10.3390/atmos12050571.

10. Jinding Xing, Ye Kunhui, Zuo Jian, Jiang Weiyang. Control Dust Pollution on Construction Sites: What Governments Do in China? *Sustainability*. 2018. Vol. 10(8). Pp. 1-17. DOI: 10.3390/su10082945.

11. Nakanishi Yutaro, Kaneta Takashi, Nishino Sayaka. A Review of Monitoring Construction Equipment in Support of Construction Project Management. *Frontiers in Built Environment*. 2022. Vol. 7. Pp.1-11. DOI: 10.3389/fbuil.2021.632593.

12. Kumi Louis, Jeong Jaewook et al. Empirical Analysis of Dust Health Impacts on Construction Workers Considering Work Types. *Buildings*. 2022. Vol. 12. Pp. 1-15. DOI: 10.3390/buildings12081137.

13. Larionova Yuliya, Smirnova Elena. Substantiation of Ecological Safety Criteria in Construction Industry, and Housing and Communal Services. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 543. Pp. 1-6. DOI:10.1088/1755-1315/543/1/012002.
14. Manzhilevskaya S. E. Impact of fine dust on the environment in local construction. *Stroitel'stvo i rekonstruktsiya*. 2020. Vol. 6(92). Pp. 86-98. DOI 10.33979/2073-7416-2020-92-6-86-98.
15. Nezhnikova Ekaterina, Larionov Arkadiy, Smirnova Elena. Ecological risk assessment to substantiate the efficiency of the economy and the organization of construction. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*. 2021. Vol. 27. Pp. 1-11. DOI: 10.1080/10807039.2021.1949262.
16. Azarov V.N., Barikaeva N.S. and Solovyeva T.V. Monitoring of fine particulate air pollution as a factor in urban planning decisions. *Procedia Engineering*. 2016. Vol. 150. Pp. 2001-2007. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.07.279.
17. Azarov V.N., Trokhimchyk M.K., Sidelnikova O.E., Research of dust content in the earthworks working area. *Procedia Engineering*. 2016. Vol. 150. Pp. 2008-2012, DOI: 10.1016/j.proeng.2016.07.282.
18. Strelyaeva A. B., Kalyuzhina E. A. Environmental safety of earthworks and construction and decoration works. *Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture*. 2017. 50(69). Pp. 321-329.
19. Sumerkin Yu. A., Telichenko V. I. Assessment of ecological safety of territories adjoining residential areas. *Industrial and Civil Engineering*. 2017. 6. Pp. 75–79.
20. Mikhailovskaya Yu. S., Menzelintseva N. V., Karapuzova N. Yu., Laktyushin V. A., Bogomolov S. A. Scientific-methodological approach to the assessment of ecological damage from emissions of enterprises of the building complex. *Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture*. 2016. 43(62). Pp. 189-198.
21. Azarov V. N., Koshkarev S. A. Increase of environmental safety of construction industry by improvement of decreasing dust systems using integrated analysis of variance dust emissions. *Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture*. 2016. 43(62). Pp. 161-174.
22. Ilyichev, V. A. Estimation of Indicators of Ecological Safety in Civil Engineering / V. Ilyichev, S. Emelyanov, V. Kolchunov, N. Bakayeva, S. Kobeleva. *Procedia Engineering*. 2015. Vol. 117. Pp. 126 -131. DOI: 10.1016/j.proeng.2015.08.133
23. Ilyichev, V.A., Kolchunov, V.I., Bakaeva, N.V., Kobeleva, S.A. Assessment of environmental safety of construction based on a model of a complete resource cycle. *Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and Architecture*. 2016. (4). Pp. 169-176.
24. Bakaeva N.V., Kalaydo A.V. Ensuring the radiation-ecological safety of constructions. *Building and Reconstruction*. 2018. (3). Pp. 39-45.
25. Boguslavsky E. I. Assessment of the concentration and dispersed composition of dust in the air of working and serviced zones / E. I. Boguslavsky, V. N. Azarov // *Life safety*. 2005. Vol. 2. Pp. 46-47.
26. Manzhilevskaya S.E., Morozov A.V. Development and constructional design application of a model for the localization of construction operations in order to improve environmental safety. *The Eurasian Scientific Journal*, [online]. 2019. Vol. 5(11). System requirements: AdobeAcrobatReader. URL:: <https://esj.today/PDF/01SAVN519.pdf> (date of application: 03.10.2016).
27. Manzhilevskaya S.E., Petrenko L.K., Alshenko D.N. Organizational, technological and town-planning measures aimed at increasing the level of environmental safety in the territory of Rostov-on-Don. *The Eurasian Scientific Journal*, [online]. 2019. Vol. 4(11). Available at: <https://esj.today/PDF/04SAVN419.pdf> (in Russian).
28. Manzhilevskaya S.E., Petrenko L.K., Shindiyan G.A. Systematization of measures for protecting and improving the environment of the city of Rostov-on-Don. *The Eurasian Scientific Journal*, [online]. 2019. Vol. 3(11). Available at: <https://esj.today/PDF/62SAVN319.pdf> (in Russian).
29. Azarov Valery, Manzhilevskaya Svetlana, Petrenko Lubov. The pollution prevention during the civil construction. *MATEC Web of Conferences*. 2018. Vol. 196(04073). Pp.1-7. DOI:10.1051/mateconf/201819604073.
30. Manzhilevskaya Svetlana, Petrenko Lubov, Azarov Valery. Vertical distribution of fine dust during construction operations. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2021. Vol. 1259. Pp. 324–331. DOI: 10.1007/978-3-030-57453-6\_28.
31. Manzhilevskaya Svetlana, Petrenko Lubov, Azarov Valery. Monitoring methods for fine dust pollution during construction operations. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2021. Vol. 1259. Pp. 332–340. DOI: 10.1007/978-3-030-57453-6\_29.
32. RF Government Regulation №88. About the composition of project documentation and requirements for their content. Russia. 2008.

## SCHEDULE OF CONSTRUCTION WORKS FOR SPOT CONSTRUCTION TO DETERMINE SPECIFIC DUST EMISSIONS

Manzhilevskaya S.E.

Don State Technical University,  
344001, Rostov-on-Don, Gagarin square, 1  
e-mail: smanzhilevskaya@yandex.ru

**Abstract.** The construction industry is one of the significant sources of environmental damage. The effects of dust pollution have an impact on all stages of the building's life cycle, from the start of work on the construction site to completion, operation and demolition. Despite the fact that the stage of work implementation does not last long in comparison with other stages of the life cycle of an investment and construction project, the construction stage has a number of significant impacts on the environment. The development of the construction industry requires the comprehensive assessment and investigation of the construction site as a source of pollution, identification and evaluation of all sources of dust pollution on the construction site, the processes of dust pollution propagation in an urban environment.

The article offers an analysis of data on field studies of the degree of atmospheric air pollution in the territory of Rostov-on-Don, an analysis of the volume of construction dust emissions from construction works, a method for calculating control over the implementation of construction processes and the spread of dust pollution generated in the atmospheric air, indicators of the maximum, average daily emission concentration of fine dust PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> formed from construction production and the ability to control the level of pollution on the construction site. There are no fundamental studies on the calculation of dust emission from construction works during spot construction. Based on the field studies conducted earlier using the Handheld 3016 particle counter, data on dust emissions from construction processes under various climatic influences were obtained.

**Subject:** analysis of data on field studies of the degree of atmospheric air dustiness in the territory of Rostov-on-Don, the volume of emissions of construction dust from construction work on construction sites in urban conditions.

**Materials and methods:** conducting systematic measurements of the degree of dust in Rostov-on-Don using the Lighthouse Handheld 3016 IAQ manual particle counter, taking into account typical climatic, heterogeneous factors of the territory on which the city is located. Systematic monitoring of several construction sites where residential complexes similar in technology and conditions were built in the most dusty area of Rostov-on-Don and the selection of five construction sites for the development of a calendar schedule for construction and installation work, taking into account specific emissions of dust particles and climatic conditions for calculating the dust pollution factor.

**Results:** an effective approach that can be usefully applied to the determination of dust emissions on the construction site, to calculate the gross emission of dust released on the site from construction work, daily indicators of the maximum single and average daily concentration, as well as to dust dispersion with the determination of zones exceeding the MPC indicators is the use of network modeling with further calendarization to predict these types of indicators during the design and implementation of construction production.

**Conclusions:** based on the data obtained, it can be concluded that with the existing implemented organization and technology of work, the concentration of fine dust particles are within the MPC, but given the background concentrations of atmospheric air in Rostov-on-Don, these indicators in a particular area will exceed the permissible MPC. The process of using existing SMR models taking into account specific dust emissions, the development of a schedule of dust pollution of a specific territory taking into account natural and climatic factors and the determination of zones of excess of MPC indicators in the process of modeling the dispersion of fine dust particles beyond the fence boundaries of the construction site will make it possible to draw up a passport of environmental safety of the nearby urbanized territory during spot development. Daily determination of dust pollution indicators will allow you to adjust the schedule of construction work. Modeling the dispersion of construction dust, taking into account the direction and speed of the wind, will make it possible to monitor the zones of exceeding the MPC of the neighboring territory on a daily basis and adjust measures to extinguish dust emissions at the construction site.

**Key words:** environmental safety, protection of atmospheric air, fine dust, infill construction, dust pollution.