Всероссийский конкурс Юных исследователей окружающей среды

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение дополнительного образования «Центр развития творчества детей и юношества «Ровесник» Омского муниципального района Омской области»

Омская область, д. Путинцево

****

**Тема: Влияние печного отопления на концентрацию ультра- и тонкодисперсных частиц в атмосферном воздухе**

**д. Путинцево Омского МР**

учебно-исследовательская работа

Секция: Экологический мониторинг

*Выполнила:*

Янсонс Полина Николаевна

МБОУ ДО «ЦРТДиЮ «Ровесник»

лаборатория «Исследователи природы»

*Научный руководитель:*

Евдокименко Нина Александровна,

пдо МБОУ ДО «ЦРТДиЮ «Ровесник»

2021 год

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_3

Глава 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗУЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРЫ

 1.1. Экологическое состояние атмосферного воздуха\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_5

 1.2. Взвешенные частицы в атмосферном воздухе, их классификация и исследование \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_6

 1.3. Характеристика и типы загрязнителей атмосферного воздуха в д. Путинцево\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_8

Глава 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ПЕЧНОГО ОТОПЛЕНИЯ НА КОНЦЕНТРАЦИЮ УЛЬТРА- И МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ Д. ПУТИНЦЕВО

 2.1. Организация и методы исследования\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_10

 2.2. Результаты исследования концентрации ультра- и мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе д. Путинцево\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_11

 2.3. Результаты оценки влияния печного отопления на концентрацию ультра- и мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе д. Путинцево\_\_\_\_12

Выводы\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_13

Список литературы\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_14

Приложения\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_15

Проблема мониторинга экологического состояния атмосферы в настоящее время становится все более актуальной. Особенно актуален данный вопрос в городе Омске и его пригороде, где в последние годы жители все чаще жалуются на головные боли, посторонние «химические» запали и сажу на подоконниках открытых окон.

Интерес к проблеме загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсными взвешенными частицами (particulate matter – PM) возник относительно недавно − в середине 90-х годов. В атмосферном воздухе городов развитых стран снизились концентрации таких наиболее распространенных загрязнителей, как: оксид углерода, диоксид серы, оксиды азота, свинец. Причиной тому стал перенос производств в страны третьего мира, запрет на этилированный бензин, перехода на газ и альтернативные способы получения электроэнергии. В то же время появляется серьезная проблема с загрязнением атмосферного воздуха мелкодисперсными взвешенными частицами. Проведенные исследования доказали способность частиц с аэродинамическим диаметром менее 10 мкм проникать по бронхиальному дереву и накапливаться в тканях легких. Частицы с диаметром менее 2.5 мкм достигают бронхиол и альвеол, а наночастицы с диаметром менее 0.1 мкм проникают в кровоток. Проведенные исследования подтверждают большую токсичность взвешенных в атмосферном воздухе частиц [6].

Кроме того, довольно остро стоит вопрос расширения способов экологического мониторинга – комплексной системы наблюдений за состоянием окружающей среды, оценкой и прогнозом изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов. Одним из направлений по расширению охвата территорий экологического мониторинга является школьный экологический мониторинг. Школьный экологический мониторинг – это часть системы экологического образования, направленная на формирование экологических знаний, умений, навыков и мировоззрения на базе практической деятельности, включающая программные наблюдения за состоянием окружающей среды своей местности [7].

В 2020 году команда школьников МБОУ «Путинцевская ООШ» стала победителем Всероссийского научно-образовательного общественно-просветительского проекта «Экологический патруль». За победу в проекте команда получила комплект современного инструментального оборудования (измерительные датчики), которые используются участниками команды для проведения мониторинговых исследований состояния окружающей среды.

Всем нам знаком приятный запах дыма в морозный день в деревне. Но безопасен ли он?

Таким образом, **гипотеза** исследования – продукты горения, образующиеся в результате печного отопления являются источниками загрязнения атмосферного воздуха ультра- и мелкодисперсными частицами.

 Исходя из этого, **цель** нашей работы: оценить влияние печного отопления на концентрацию ультра- и тонкодисперсных частиц в атмосферном воздухе д. Путинцево.

**Объект исследования**: экологическое состояние атмосферного воздуха.

**Предмет исследования**: оценка влияния печного отопления на концентрацию ультра- и мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе д. Путинцево.

Исходя из цели поставлены следующие задачи:

1. Провести анализ литературы по проблеме загрязнения атмосферного воздуха взвешенными частицами;

2. Определить концентрацию ультра- и мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе д. Путинцево;

3. Оценить влияние печного отопления на концентрацию ультра- и мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе д. Путинцево.

**Практическая значимость работы:** данные исследования могут быть использованы при составлении рекомендаций по улучшению экологического состояния деревни, а также на внеурочных занятиях, или как часть элективного курса.

**Глава 1. Теоретические основы изучения экологического состояния атмосферы**

* 1. **Экологическое состояние атмосферного воздуха**

Под качеством атмосферного воздуха понимают совокупность свойств атмосферы, определяющую степень воздействия физических, химических и биологических факторов на людей, растительный и животный мир, а также на материалы, конструкции и окружающую среду в целом [[1]](http://www.ecoline.ru/mc/books/monitor/lit.html#14).

Нормативами качества воздуха определены допустимые пределы содержания вредных веществ как в производственной (предназначенной для размещения промышленных предприятий, опытных производств научно-исследовательских институтов и т.п.), так и в селитебной зоне (предназначенной для размещения жилого фонда, общественных зданий и сооружений) населенных пунктов. Основные термины и определения, касающиеся показателей загрязнения атмосферы, программ наблюдения, поведения примесей в атмосферном воздухе определены ГОСТом 17.2.1.03-84. Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения [[1]](http://www.ecoline.ru/mc/books/monitor/lit.html#14).

Предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны (ПДКрз) — концентрация, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 часов, или при другой продолжительности, но не более 41 часа в неделю, на протяжении всего рабочего стажа не должна вызывать заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами исследования, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений [[1]](http://www.ecoline.ru/mc/books/monitor/lit.html#11).

Пыль является наиболее распространенным неблагоприятным фактором загрязнения атмосферного воздуха. Ведущую роль в этом процессе играют искусственные источники пылевыделения в результате производственной и хозяйственной деятельности человека. При этом, большое значение имеет размер пылевых частиц, от которого зависит длительность ее пребывания в воздухе, глубина проникновения в дыхательные пути и задержка в различных отделах дыхательного тракта [5].

* 1. **Взвешенные частицы в атмосферном воздухе, их классификация и исследование**

Взвешенные частицы – это загрязняющая воздух субстанция, состоящая из смеси твердых и жидких частиц, находящихся во взвешенном состоянии в воздухе в виде аэрозоля [9].

Типы аэрозолей

**Антропогенные**

- аэрозоли, образующиеся в результате сжигания разнообразных видов топлива;

- выхлопные газы транспорта;

- выбросы промышленных предприятий;

- распыление пестицидов

 т.е. всё то, что связано с хозяйственной деятельностью человека.

**Природные**

- аэрозоли вулканического происхождения;

- облака;

- туманы;

- лесные и степные пожары;

- аэрозоли, образующиеся вследствие эрозии почв;

- пыльные бури, морские брызги;

- биогенные аэрозоли (пыльца, споры, микроорганизмы и др.)

**Рисунок 1. Типы аэрозолей в атмосферном воздухе по происхождению**

Пыль - общий термин, используемый для обозначения твердых частиц различных размеров и различного происхождения, которые в общем случае могут некоторое время находиться в воздухе.

Дым - аэрозоль твердых частиц, образующихся главным образом при металлургических процессах при конденсации паров расплавленных веществ, сопровождающихся обычно химическими реакциями, такими как окисление.

Туман - общий термин, относящийся к суспензии капелек в газе [9].

Размерные фракции взвешенных частиц

Наночастица

Ультрадисперсные

Тонкодисперсные

РМ-1

РМ-2,5

РМ-10

**Рисунок 2. Классификация взвешенных в воздухе частиц в зависимости от размера**

РМ-10 - частицы диаметра менее 10 мкм.

РМ-2,5 - частицы диаметра менее 2,5 мкм.

РМ-1- частицы диаметра менее 1,0 мкм.

Наночастица - частицы с диаметром менее 0,1 мкм.

Кроме того, в исследованиях используются такие понятия как общая пыль и грубая фракция.

Общая пыль (TSP) - сумма взвешенных веществ: включает все находящиеся в воздухе частицы.

Грубая фракция (между 2,5 и 10 мкм) [9].

Методы мониторинга РМ делятся на гравиметрические (измерение массы собранных РМ на фильтре с помощью точных весов в помещении с регулируемой температурой и влажностью воздуха) и непрерывные, посредством которых масса РМ оценивается косвенно по тем или иным физическим эффектам. Гравиметрические методы можно подразделить на методы с использованием приборов, для которых требуется замена фильтров вручную, и приборов с автоматической заменой фильтра. Для мониторинга концентрации TSP, РМ10 и РМ2,5 можно использовать все три метода [4].

Пост мониторинга должен быть удалён от локальных источников загрязнения (в том числе, от непосредственной близости к проезжей части улицы) и располагаться в местах, свободных от аэродинамических возмущений, создаваемых стенами, деревьями и т.п. Отбор пробы воздуха должен осуществляться на высоте не менее 1 м , оптимальной высотой отбора проб является 2-3 м от уровня земли

Гигиеническая оценка полученных результатов мониторинга осуществляется в соответствии с гигиеническими нормативами ГН 2.1.6. –09 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Дополнение № 8 к ГН 2.1.6.1338-03» [4].

В настоящее время нормативными документами регламентируется предельно допустимая концентрация (ПДК) только частиц РМ10 и РМ 2,5 [3].

Таблица 1

**Нормативы содержания взвешенных частиц в атмосферном воздухе**

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование вещества | ПДК, мг/м3 |
| Максимальная разовая, ПДКм.р. | Среднесуточная, ПДКс.с. | Среднегодовая, ПДКс.г. |
| Взвешенные частицы РМ-10 | 0,3 | 0,06 | 0,04 |
| Взвешенные частицы РМ-2,5 | 0,16 | 0,035 | 0,025 |

**1.3. Характеристика и типы загрязнителей атмосферного воздуха в д. Путинцево**

 Деревня Путинцево расположена в 14 км. к юго-востоку от города Омска, на юге Западно-Сибирской равнины в умеренном поясе освещенности в лесостепной природной зоне. Рельеф местности равнинный, осложненный мелкими формами рельефа: холмами, гривами (ветровое происхождение, вдоль левого берега реки Иртыш), озерными котловинами, оврагами, арыками, дорожными насыпями. Основу равнины составляет складчатая Западно-Сибирская платформа, перекрытая мощным осадочным чехлом. Осадочные породы представлены песками, глинами, известняками и песчаником. На территории деревни имеются залежи кирпичных глин. Тип климата – континентальный, умеренный. Годовое количество осадков 300-450 мм., распределяются они неравномерно по сезонам. Средние годовые температуры близки к 0 С. Продолжительность вегетативного периода (со среднесуточной температурой выше 5 С) – 150-165 дней в году. Господствуют ветры западного направления: летом – северо-западные, зимой – юго-западные. Подземные воды находятся на глубине ниже трех метров, имеют разную степень солености [8].

 Крупных предприятий, которые могут оказать влияние на экологическое состояние атмосферного воздуха вблизи деревни нет. Трасса регионального значения Омск-Одесское проходит в двух километрах от деревни.

В деревне отсутствует централизованная система отопления и газопровод. Отопление преимущественно печное, в качестве топлива используются дрова и каменный уголь.

При полном сгорании топлива кроме золы из него образуются лишь летучие газообразные и парообразные продукты, именно углекислый газ и вода, а в некоторых случаях (для ископаемых углей) еще сернистый (и серный) ангидрид. Неполное сгорание топлива в домашних печах происходит от недостаточного притока воздуха, или от недостаточно высокой температуры. Такие горючие материалы, как кокс, антрацит, древесный уголь, почти не выделяющие при накаливании летучих продуктов, при неполном сгорании вместо углекислого газа дают угарный газ, но не образуют в газах никаких твердых продуктов.

Горючие материалы, которые используют в нашей деревне, такие как, дерево и каменные угли, дают при неполном горении свободный уголь в виде сажи. Поэтому при неполном сгорании этих материалов получаются продукты горения, содержащие не только угарный газ, но и уголь в мелкоразделенном состоянии — в виде сажи.

Вследствие этого продукты горения таких материалов являются в виде дыма не вполне прозрачного, окрашенного в светло-серый, серовато-желтый, до темно-серого цвет. Дым от древесного топлива легок, поднимается в атмосфере вверх, а дым от ископаемых углей тяжелее, непрозрачен и трудно рассеивается в атмосфере. Такой дым держится в атмосфере, вредит ее чистоте, осаждает хлопья сажи [10].

**Глава 2. Результаты оценки влияния печного отопления на концентрацию ультра- и мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе д. Путинцево**

**2.1. Организация и методы исследования**

В процессе оценки влияния печного отопления на концентрацию ультра- и мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе д. Путинцево были использованы следующие методы: анализ литературы, инструментальный замер концентрации частиц РМ-10, РМ-2,5 и РМ-1 при помощи датчика пыли, математический анализ данных.

Исследование проводилось в Омском районе, д. Путинцево.

**Время проведения:** 18-24 октября 2020 года.

# Места сбора материала: для исследования была выбрана площадка для изменений в школьном дворе (шир. 54.796778, долг. 73.252464).

Данная площадка была выбрана не случайно. В осенне-зимний период преобладают ветра западного направления. Школьный двор расположен посередине улицы, поэтому все продукты горения будут двигаться в воздухе по направлению к площадке для измерений.

Замеры производились 3 раза в сутки (8-00, 14-00, 20-00) в течение недели. Данное время для проведения замеров выбрано не случайно, среднедневные температуры в данный период времени были положительными и, как правило, печи топили 1-2 раза в сутки (утром и вечером). Алгоритм проведения измерений и расчетов приведен в Приложении 1.

При проведении исследования, нами применялись следующие средства измерений и другие технические средства:

- датчик пыли из набора «Экологический патруль»;

- ноутбук.

При выполнении работы рекомендуется соблюдать стандартные требования по технике безопасности.

Организация обучения работающих безопасности труда - по ГОСТ 12.0.004-90

**2.2. Результаты исследования концентрации ультра- и мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе д. Путинцево**

Исследование концентрации ультра- и мелкодисперсных частиц РМ-1, РМ-2,5 и РМ-10 проводили при помощи датчика пыли из набора «Экологический патруль».

Полученные средние результаты концентрации частиц приведены в приложении 2.

**Рисунок 3.** **Среднесуточная концентрация ультра- и мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе д. Путинцево, мкг/м3**

Согласно данным рисунка 3, наименьшая среднесуточная концентрация взвешенных частиц в воздухе наблюдалась 24 октября.

Для экологической оценки вредности концентрации частиц сравнили данные среднесуточных измерений с ПДК частиц, приведенной в таблице 1. Для начала необходимо было перевести данные измерений в миллиграммы, для этого полученные в ходе замеров значения необходимо умножить на 0,001 и сравнить с ПДК.

Таблица 2

**Среднесуточные показатели замеров частиц РМ-10 и РМ-2,5**

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование вещества | Среднесуточные данные, полученные в ходе замеров, мг/м3 |
| 18.10 | 19.10 | 20.10 | 21.10 | 22.10 | 23.10 | 24.10 |
| Взвешенные частицы РМ-10 | 0,0332 | 0,0096 | 0,0426 | 0,0566 | 0,0982 | 0,018 | 0,0042 |
| Взвешенные частицы РМ-2,5 | 0,028 | 0,0083 | 0,039 | 0,0486 | 0,0259 | 0,016 | 0,0062 |

Как видно из таблицы 2, зафиксированно среднесуточное превышение ПДК взвешенных частиц РМ-10 22 октября и взвешенных частиц РМ-2,5 20 и 21 октября.

 Согласно данным Приложения 2 превышения максимальной разовой ПДК частиц РМ-2,5 и РМ-10 не зафиксировано.

 Далее произвели расчеты средних значений показателей концентрации каждой их частиц в течение недели.

**Рисунок 4. Средненедельные показатели** **концентрации ультра- и мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе д. Путинцево, мкг/м3**

Из данных рисунка 4 видно, что в атмосферном воздухе д. Путинцево преобладают взвешенные частицы РМ-10.

**2.3. Результаты оценки влияния печного отопления на концентрацию ультра- и мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе д. Путинцево**

Для оценки влияния печного отопления на концентрацию ультра- и мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе д. Путинцево произвели расчеты средней за неделю концентрацию частиц в утреннее, дневное и вечернее время (Приложение 3).

**Рисунок 5. Средние за неделю показатели концентрации взвешенных частиц в атмосферном воздухе д. Путинцево в зависимости от времени проведения замеров**

Таким образом, из данных рисунка 5 видно, что наименьшая концентрация всех типов частиц в воздухе наблюдается с дневное время суток (14-00), а наибольшая – в вечернее (20-00).

Так как в октябре 2020 года погода стояла теплая, то растапливали печи как правило вечером. В выходные – утром и вечером.

**Выводы**

1. Провели анализ литературы по проблеме загрязнения атмосферного воздуха взвешенными частицами, выявили, что подобные проблемы есть практически в любой местности. Изучили классификацию взвешенных части. Познакомились с предельно допустимой концентрацией частиц РМ-2,5 и РМ-10 в атмосферном воздухе. Выяснили, что содержание в воздухе частиц РМ-1 не регламентируется.

2. Определили концентрацию ультра- и мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе д. Путинцево. Выявили среднесуточное превышение ПДК частиц РМ-2,5 20 и 21 октября и частиц РМ-10 – 22 октября. Превышения максимальной разовой ПДК частиц РМ-2,5 и РМ-10 не зафиксировано.

3. Выяснили, что печное отопление влияет на концентрацию ультра- и мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе д. Путинцево. Максимальная концентрация взвешенных частиц всех типов наблюдается вечером – во время растопки печей во всех домах.

**Список литературы**

1. ГОСТ 17.2.1.03-84. Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения

2. ФЗ РФ №7-ФЗ от 10.01.2002 г. «Об охране окружающей среды»

# 3. РД 52.04.830-2015 «Массовая концентрация взвешенных частиц РМ10 и РМ2.5 в атмосферном воздухе. Методика измерений гравиметрическим методом»

4. МУ 2.1.6. -09. Методические указания «Организация мониторинга загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсными частицами», М.-2009.

5. Неменко Б.А., Илиясова А.Д., Арынова Г.А. Оценка степени опасноси мелкодисперсных пылевых частиц воздуха: коллективная монография «Вестник КазНМУ»

6. Ревич Б.А. Мелкодисперсные взвешенные частицы в атмосферном воздухе и их воздействие на здоровье жителей мегаполисов: монография «ПЭММЭ», Том ХХIХ, №3, 2018.

7. Смирнов И.А., Иванов А.В. Экологический мониторинг водной среды. Учебный электронный текстовый ресурс (<https://uchebnik.mos.ru/catalogue/material_view/composed_documents/3516767>)

8. Кожухарь А.А., Зинченко А.Г. География Омской области. – Омск, 2001

9. Интернет-ресурс <http://dustmonitors.ru/priroda_i__klassifikaciy>

10. Интернет-ресурс http://gatchina3000.ru/brockhaus-and-efron-encyclopedic-dictionary/038/38224.htm

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**Методика проведения инструментальных измерений концентрации взвешенных частиц РМ-1, РМ-2,5 и РМ-10**

Для измерений применяется датчик пыли набора «Экологический патруль».



**Рисунок 6. Внешний вид датчика пыли**

 Алгоритм проведения измерений:

1. Опледеление площадки для проведения измерений.

2. Подключить цифровой датчик пыли к нетбуку и запустить программу «Практикум».

3. Взять датчик в руку, не закрывая отверстия для проведения измерений, отвести руку с датчиком в сторону.

4. Для начала измерений нажать кнопку «Начать измерение» в программе «Практикум».

5. Проводить измерения необходимо от 2 минут. Нами выбрана продолжительность измерений – 5 минут.

6. Для окончания измерений нажмите на кнопку «Остановить измерения» в программе «Практикум».

7. Необходимо сохранить данные полученные в ходе измерений в новый файл на компьютер [14].

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование вещества | Средние значения, полученные в ходе замеров, мкг/м3 |
| **18.10** | **19.10** | **20.10** | **21.10** | **22.10** | **23.10** | **24.10** |
| 8-00 | 14-00 | 20-00 | 8-00 | 14-00 | 20-00 | 8-00 | 14-00 | 20-00 | 8-00 | 14-00 | 20-00 | 8-00 | 14-00 | 20-00 | 8-00 | 14-00 | 20-00 | 8-00 | 14-00 | 20-00 |
| Взвешенные частицы РМ-1 | 18,6 | 11,3 | 29,5 | 12,7 | 1 | 3,9 | 14,4 | 10,9 | 57,6 | 9 | 8,3 | 65,9 | 7,3 | 20,9 | 21,8 | 12,4 | 3,2 | 17,6 | 1 | 1,5 | 5 |
| Взвешенные частицы РМ-2,5 | 24,7 | 16,1 | 43,3 | 16,4 | 1,9 | 3,6 | 20,7 | 16 | 80,2 | 13,1 | 11,8 | 120,9 | 11 | 33,1 | 33,7 | 17,8 | 5,9 | 24,5 | 1,5 | 2,3 | 7,2 |
| Взвешенные частицы РМ-10 | 25,9 | 18,8 | 55 | 18,6 | 2,9 | 7,2 | 22,5 | 18,5 | 86,9 | 14,3 | 13 | 142,5 | 12,7 | 39,3 | 42,6 | 19,4 | 7,7 | 26,8 | 2 | 2,5 | 8,2 |

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица 3.

**Средние значения концентрации ультра-и мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе д. Путинцево**

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Таблица 4

**Средняя за неделю концентрация ультра-и мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе д. Путинцево,** **мкг/м3**

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование вещества | Время проведения измерений |
| 8-00 | 14-00 | 20-00 |
| Взвешенные частицы РМ-1 | 10,8 | 8,2 | 28,8 |
| Взвешенные частицы РМ-2,5 | 15 | 12,4 | 44,8 |
| Взвешенные частицы РМ-10 | 16,5 | 14,7 | 52,7 |