

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение города
Коврова «Средняя общеобразовательная школа № 10 имени Героя
Советского Союза Владимира Александровича Бурматова»

Владимирская область

Тема исследовательской работы:

**«Изучение загрязнения атмосферы города Коврова методом индикации
снежного покрова»**

Автор:
Кузница Дарья Сергеевна,
ученица 11 «А» класса
МБОУ СОШ № 10 г. Коврова

Научный руководитель:
Дороненкова Наталья Юрьевна,
учитель биологии
МБОУ СОШ № 10 г. Коврова

Ковров 2022

СОДЕРЖАНИЕ

	<i>страница</i>
Введение	3
I. Материалы и методика исследования	4
1.1. Описание участков отбора проб снега	4
1.2. Анализ проб в химической лаборатории	6
II. Результаты исследования	7
2.1. Однофакторный дисперсионный анализ	10
2.2. Органолептический и химический анализы талой воды	10
2.3. Влияние метеоусловий на пылевое загрязнение города	12
2.4. Построение карты пылевого загрязнения	13
III. Выводы	14
Заключение	15
Литература	16
Приложение	18

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе уделяется большое внимание изучению экологической обстановки в городах. Это связано с ростом городского населения и соответственно увеличением антропогенной нагрузки на окружающую среду. Проблема загрязнения атмосферы является одной из самых важных, что подтверждает статистика распространения заболеваний дыхательной системы и аллергических реакций. По данным здравоохранения города Коврова первое место у населения занимают болезни органов дыхания. Поэтому **актуальность** работы определяется необходимостью изучения состояния атмосферы в нашем городе, что позволит своевременно применять меры для стабилизации экологической обстановки и сохранения здоровья населения.

Объект исследования – экологическое состояние атмосферы города Коврова.

Предмет исследования – оценка уровня пылевого загрязнения атмосферы города Коврова.

Цель работы - изучить состояние атмосферы города Коврова методом индикации снежного покрова и на основании полученных результатов построить карту пылевого загрязнения.

Задачи исследования:

1. изучить состояние теории и практики по рассматриваемому вопросу;
2. выбрать участки отбора проб снега;
3. провести индикацию талой воды;
4. осуществить органолептический и химический анализы талой воды;
5. сравнить полученные результаты с чистой зоной (село Любец);
6. рассмотреть влияние метеоусловий на загрязнение атмосферы города;
7. построить карту пылевого загрязнения города Коврова;
8. сравнить полученные результаты с данными 2016-2017 годов;
9. провести однофакторный дисперсионный анализ;
10. составить перечень рекомендаций по улучшению экологической обстановки в городе.

Исследование проводилось в 2020-2022 годах в городе Коврове и селе Любец Ковровского района на базе МБОУ СОШ № 10.

Гипотеза: предполагаем, что уровень пылевого загрязнения города является удовлетворительным.

Новизна исследования заключается в применении метода индикации снежного покрова для оценки состояния атмосферы города Коврова и построении карты пылевого загрязнения, а также в анализе влияния метеоусловий на уровень загрязнения атмосферы города.

Практическая значимость: составлен перечень рекомендаций по улучшению экологической обстановки в городе и микрорайоне школы, разработаны и реализуются природоохранные мероприятия в рамках школы и города.

Использованы следующие методы: анализ научной литературы, статей и практических разработок по исследуемому вопросу; метод индикации

снежного покрова; гравиметрический метод; органолептический анализ талой воды; качественный анализ талой воды; построение карты загрязнений пылью; статистическая обработка данных в программе Microsoft Excel, однофакторный дисперсионный анализ.

С целью изучения основных понятий темы и знакомства с методикой индикации снежного покрова осуществлен анализ литературных источников.

Информация о нашем городе получена с официального сайта администрации города Коврова. Микрорайоны города выделены на основании Яндекс и Гугл карт, представленных в интернете.

Основные понятия темы изложены в книге Гуральника И.И. «Метеорология» (1982). Методы экологических исследований изучены в книге Степанчук Н.А. «Практикум по общей экологии» (2009). Методика исследования загрязнения атмосферы методом индикации снежного покрова представлена в книге Наумовой Н.Н., Шваревой И.С. «Методы экологических исследований для школьников» (2007). Статья «Исследование талой воды (снега) как показатель загрязнения атмосферы урбанизированной среды» авторы Соловьева Н. Е., Олькова Е. А., Алябьева А. А., Краева О. В. (журнал «Молодой ученый», № 14, 2015), позволила провести анализ полученных результатов.

Органолептический и химический анализы воды представлены в учебно-методическом пособии для студентов «Количественно - химический анализ» (2010) и на интернет-сайтах.

I. Материалы и методика исследования

Город Ковров – это административный центр Ковровского района Владимирской области. Климат умеренно-континентальный с умеренно теплым летом и холодной зимой, короткой весной и облачной осенью. Средняя температура наиболее холодного месяца -12°C , средняя температура самого теплого месяца $+18,3^{\circ}\text{C}$. Преобладает юго-западный ветер. Среднее количество осадков 536 - 695 мм в год. Около 23% осадков выпадает в виде снега. Выделяют естественное и антропогенное загрязнение атмосферы города, что отражено в таблице 1. [6]

Таблица 1. Виды загрязнения атмосферы города Коврова.

Вид загрязнения	Характеристика
Естественное загрязнение	Стихийные природные явления: лесные пожары, пыльные бури, выветривание горных пород. Особенно наблюдаются в августе – сентябре в годы с жарким летом и обусловлены возгоранием болот в соседних Камешковском и Вязниковском районах.
Антропогенное загрязнение	Результат работы промышленных предприятий (ОАО «ЗиД», АО «КМЗ», ВНИИ «Сигнал», КБ «Арматура», АО «КПЗ», ОАО «КЭМЗ»), автотранспорт, сжигание топлива, сельское хозяйство, бытовые отходы. Часть

загрязнения переносятся из других регионов, в частности город Дзержинск.
--

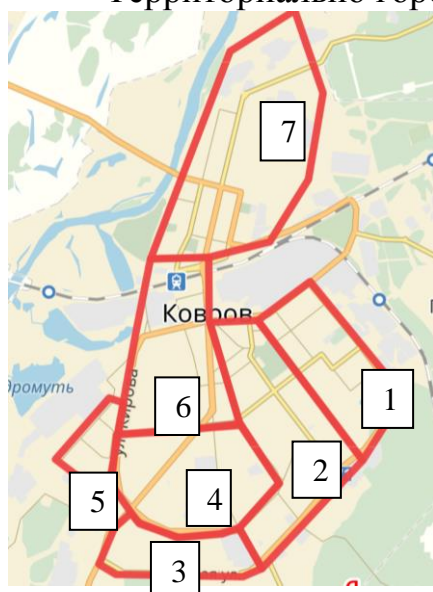
Изучение состояния здоровья населения нашего города показывает, что на первом месте находятся болезни органов дыхания. Непосредственной причиной хронических легочных заболеваний (бронхиальная астма, хронический обструктивный бронхит, эмфизема легких) является загрязнение воздуха. [11]

Работа по изучению загрязнения снежного покрова проводится в два этапа:

1. Отбор проб и их первичная обработка;
2. Анализ проб в химической лаборатории.

1.1. Описание участков отбора проб снега

Территориально город Ковров разделен на семь микрорайонов.



Список объектов

- | | |
|---|----------------------------------|
| 2 | Пятый микрорайон |
| 7 | Старый город |
| 6 | Центральный микрорайон |
| 5 | Микрорайон им. Малеева и Кангина |
| 4 | Шашово |
| 3 | Больничный комплекс |
| 1 | Шестой микрорайон |

Рис. 1. Микрорайоны города Коврова. Масштаб 1: 200000

Пробы взяты в равномерно заснеженных местах на размеченных площадках $50 \times 50 \text{ см}^2$. На каждой территории выбраны по три участка с учетом массового посещения людьми, наличия предприятия, расположения школы. Выбранные места отбора проб представлены в таблице 2. [Приложение 1]

Отбор проб осуществлялся трижды за зимний сезон. Всего взято 63 пробы.

В качестве пробоотборника для вырезания кернов снега на всю глубину снежного покрова используется пластиковая бутылка с вырезанным дном, площадь которого измеряют по формуле: $S = \pi r^2$. В нашем случае радиус составляет 0,045 м, $S = 0,006 \text{ м}^2$.

Фиксируем время (в сутках) от начала снегостава до момента отбора проб. Зимой 2021-2022 года снег лег 18 ноября. Первые пробы взяты через 15 суток (03.12.2021), вторые через 55 суток (12.01.2022), третьи пробы через 100 суток (28.02.2022). Высоту снежного покрова измеряем снегомерной рейкой. [Приложение 9]

Полученные результаты сравнивали с показателями индикации снежного покрова в селе Любец Ковровского района, который взят в качестве контрольного участка с относительно чистой атмосферой.



Рис. 2. Село Любец. Масштаб 1: 40000

Село Любец расположено в Ковровском районе в 12 км от города Коврова. Село окружено смешанным лесом. Всего взято 9 проб: около церкви Успения Пресвятой Богородицы, в центре и на выходе из села.

1.2. Анализ проб в химической лаборатории

Опробование снега предполагает отдельный анализ снеговой воды, полученный при оттаивании, на наличие растворимых загрязнителей, и твёрдого осадка, который состоит из атмосферной пыли, осажённой на поверхности снежного покрова. [4, 5]

В лаборатории выполняется определение массы осадка гравиметрическим методом. После того как снег растаял, его фильтруют через предварительно взвешенный складчатый фильтр. Измеряют объём талого снега каждой пробы. Бумажные фильтры помещают в сушильный шкаф, нагретый до температуры 60-80 °С. После высушивания фильтры взвешивают и определяют массу осадка на электронных весах (Vibra АН-220СЕ). [Приложение 8]

Поскольку объём талого снега во всех образцах разный, то для проведения сравнительной оценки запылённости территории, массу осадка пересчитывают на 1 л (кг) талого снега:

$$\text{Количество пыли на кг снега } M = m_0 * 1000 / V_{\text{т.с.}}$$

где m_0 - масса осадка, г; $V_{\text{т.с.}}$ - объём талого снега, л.

Масса пыли в снеговой пробе служит основой для определения пылевой нагрузки $P_n = P / (S * t)$,

где P - масса пыли в пробе, г; S - площадь шурфа, м²;

t - время от начала снегостава, сутки.

Для определения степени загрязнения территории рассчитываем коэффициент пылевой нагрузки:

$$K_n = P_n / P_0, \text{ где } P_0 - \text{ фоновая нагрузка для Нечерноземной зоны (0, 01 г/м}^2 * \text{сут.) [4]}$$

Полученные результаты сравнивали со стандартными показателями, представленными в таблице 3. [Приложение 2]

Для каждого микрорайона выделены три пробы, которые дают возможность высчитать средние показатели для данной территории.

Затем проводится органолептический и химический анализы талой воды. Запах определяют при комнатной температуре и при нагревании до 50-60 °С, характеризуя качественно и количественно. С целью определения наличия углеводородной пленки воду в колбе необходимо отстоять в течение суток и отметить есть или нет радужная пленка. Цвет воды оцениваем в цилиндре на белом фоне при рассеянном дневном освещении. Для определения осадка воду отстоять в течение суток, отметить его интенсивность, чем обусловлен осадок, цвет осадка. Мутность воды – мера содержания в ней взвешенных частиц, различных по происхождению.

Химический анализ включал:

1. Определение кислотности талой воды с помощью универсальной индикаторной бумаги. [Приложение 9]
2. Определение химических веществ с помощью качественных реакций. [Приложение 3]

II. Результаты исследования

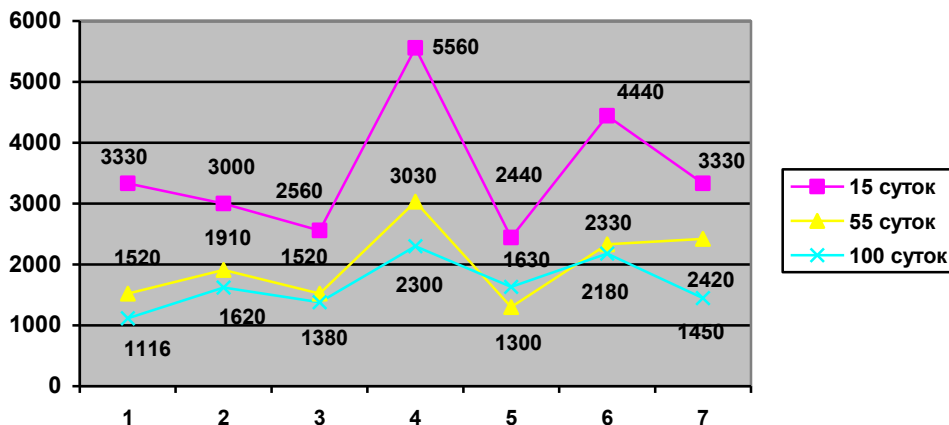
Средние показатели высоты снегового покрова представлены в гистограмме 1. [Приложение 4]

Из гистограммы 1 видно, что высота снегового покрова в течение зимы увеличивалась от 19 до 48 см, в течение всей зимы были обильные снегопады.

Результаты индикации талого снега занесли в таблицу 5. [Приложение 5]

Наглядно полученные результаты отражены в графике 1.

График 1. Коэффициенты пылевой нагрузки (2021-2022 г.г.).



Коэффициенты пылевой нагрузки показывают средний уровень загрязнения. Основу загрязнения проб через 15 суток составляют органические остатки, пылевые частицы, примеси песка. Снег лег еще недостаточно равномерно. Осень была относительно сухой и теплой, что обуславливает попадание почвы и песка с обочин дорог в атмосферу, а затем их оседание на снегу. В осадке проб через 55 и 100 суток наблюдаются пылевые частицы и песок, вес

фильтров с пылью увеличивается. При наличии большего объема снега и увеличении продолжительности снегопадов, коэффициенты пылевой нагрузки уменьшаются по сравнению с предыдущими пробами.

Полученные результаты позволили получить средний коэффициент пылевой нагрузки за зимний период, что отражено в таблице 6.

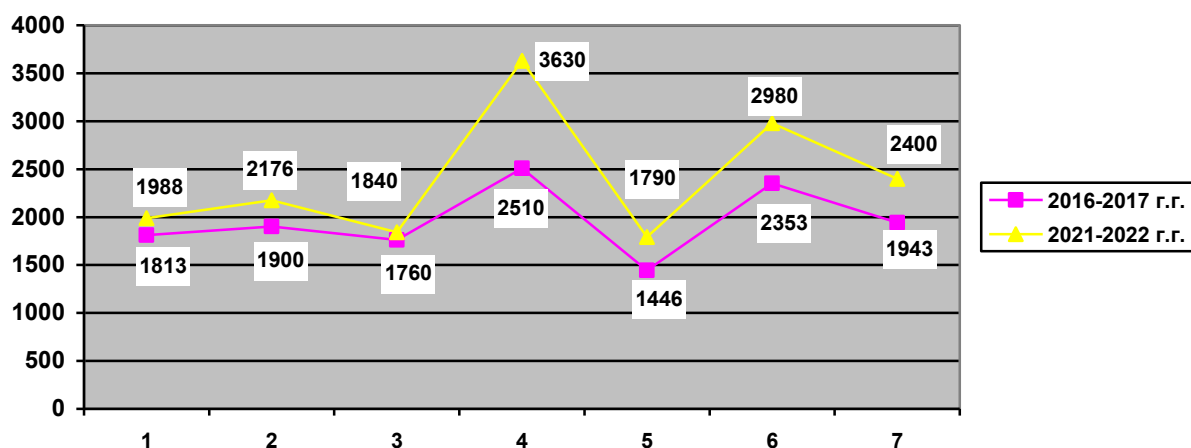
Таблица 6. Средние показатели пылевой нагрузки за зимний период (2021-2022 г.г.).

№ пробы	Кол-во пыли на 1 кг снега, г (сред.)	Пылевая нагрузка, г/ м ² *сут (сред.)	Коэф. пылевой нагрузки (сред.)
Шестой микрорайон	4,9	19,88	1988
Пятый микрорайон	6,2	21,76	2176
Больничный комплекс	5,3	18,4	1840
Шашово	9,6	36,3	3630
Микрорайон имени Малеева и Кангина	5,4	17,9	1790
Центральный микрорайон	8,3	29,8	2980
Старый город	6,6	24	2400
Средний показатель по городу	6,61	24	2400

Среднее количество пыли на 1 кг снега по городу Коврову составляет 6,61 грамма, средняя пылевая нагрузка - 24,0 г/ м²*сут. Средний коэффициент пылевой нагрузки зимой 2021-2022 года составил 2400. Полученные результаты сравнили с результатами 2016-2017 годов. [Приложение 9]

Среднее количество пыли на 1 кг снега по городу Коврову зимой 2016-2017 года составляло 6,17 грамма, средняя пылевая нагрузка - 19,60 г/ м²*сут. Средний коэффициент пылевой нагрузки составил 1960. Полученные результаты более наглядно представлены на графике 2.

График 2. Коэффициенты пылевой нагрузки за зимний период (2016-2017, 2021-2022 г.г.).



Из графиков видно, что наибольшую пылевую нагрузку испытывают микрорайоны Шашово - 3630 и Центральный микрорайон - 2980.

Наименьшая пылевая нагрузка в микрорайоне имени Малеева и Кангина - 1790. Средний коэффициент пылевой нагрузки за пять лет увеличился на 22,4%.

Прямая зависимость между промышленными предприятиями и уровнем пылевого загрязнения микрорайонов не выявлена. На территории микрорайона имени Малеева и Кангина расположен ОАО «КЭМЗ», а это самая чистая территория. В микрорайоне Шашово около АО «КПЗ» пробы снега не брали, но это самый загрязненный микрорайон.

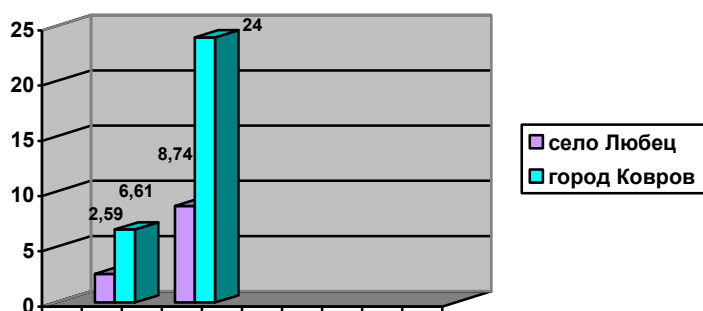
Аналогичные измерения провели в селе Любец. Средние показатели высоты снега представлены в гистограмме 2. [Приложение 4]

Затем проведены расчеты коэффициентов пылевой нагрузки в селе Любец, которые представлены в таблице 7. [Приложение 5]

Из таблицы 7 видно, что максимальный коэффициент пылевой нагрузки в начале зимы, когда снег только выпадает. Средний коэффициент пылевой нагрузки за зимний период равен 874, что соответствует низкому уровню загрязнения атмосферы. Средний показатель количества пыли на 1 кг снега составил 2,59 г, средняя пылевая нагрузка 8,74 г/м²*сут.

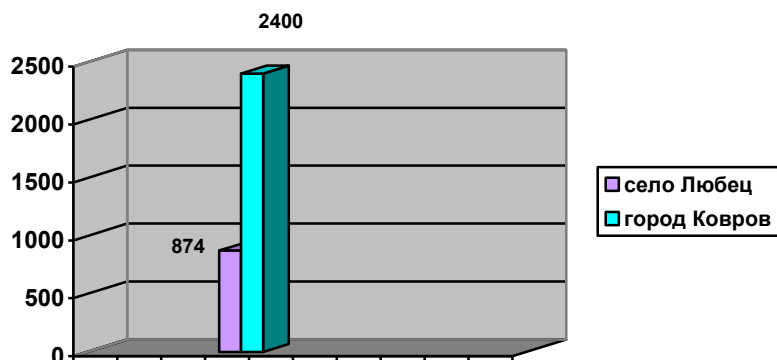
Полученные данные для сравнения представлены в гистограммах 3-4.

Гистограмма 3. Средние показатели пылевой нагрузки.



Норма взвешенных частиц в талой воде составляет 3,5 грамма, следовательно, в селе Любец количество пыли на 1 кг снега в пределах нормы, в городе Коврове в 1,9 раза выше нормы и в 2,5 раза выше, чем в селе Любец. [14]

Гистограмма 4. Коэффициенты пылевой нагрузки (средние показатели).



Средний коэффициент пылевой нагрузки по городу в 2,7 раза выше, чем в селе Любец.

2.1. Однофакторный дисперсионный анализ

Статистическая обработка данных осуществлялась в программе Microsoft Excel. В работе рассмотрены пробы снега, взятые через разные промежутки времени. С целью определения влияния данного показателя на значения коэффициента пылевой нагрузки проведен однофакторный дисперсионный анализ. [10, 12]

Этапы проведения анализа:

1. Формирование групп значений (через 15 суток, через 55 суток, через 100 суток с момента снегостава).
2. Формирование таблицы средних значений коэффициента пылевой нагрузки. [Приложение 6]
3. Выбор стандартного значения уровня значимости ($\alpha = 0,05$).
4. Формулировка нулевой гипотезы (различия между значениями коэффициента пылевой нагрузки незначимы).
5. Рассчитывается коэффициент Фишера F и вероятность ошибочного результата P .
6. На основании значений уровня значимости и степеней свободы определяется величина критического значения критерия Фишера (значение критерия, начиная с которого отвергается нулевая гипотеза).
7. Сравняются следующие показатели: если $F > F_{кр}$ и $P < \alpha$, то нулевая гипотеза отвергается и различия между группами статистически значимы.

На основании таблицы 8 сравниваем показатели: $F(11,3) > F_{кр}(3,6)$; $P(0,0006) < \alpha(0,05)$, значит, различия между группами значений статистически значимы. [Приложение 6, рис. 5]

Так как расчетное значение критерия Фишера больше его критического значения при уровне значимости $\alpha = 0,05$, то нулевая гипотеза отвергается. Вероятность ошибки P меньше уровня значимости. Таким образом, момент отбора проб снега от начала снегостава влияет на значения коэффициента пылевой нагрузки.

Затем провели сравнение средних значений коэффициента пылевой нагрузки за 2016-2017 и 2021-2022 года. [Приложение 6]

На основании таблицы 9 сравниваем показатели: $F(2,3) < F_{кр}(4,7)$; $P(0,16) > \alpha(0,05)$, значит, различия между группами значений статистически незначимы. В нашем городе поддерживается средний уровень пылевого загрязнения атмосферы, различия в показателях разных лет незначительны. [Приложение 6, рис. 6]

2.2. Органолептический и химический анализы талой воды

Данные органолептического анализа представлены в таблице 10.

[Приложение 7]

Из таблицы 10 видно, что талая вода имеет запах естественного происхождения, за исключением проб в микрорайонах Больничный комплекс

и Шашово, где запах бензиновый. Запах слабый, в микрорайоне Старый город – отчетливый. Во всех пробах вода бесцветная, в основном с примесями песка. В целом вода по органолептическим характеристикам не имеет значимых отклонений от нормы.

Изучили органолептические показатели талой воды проб села Любец, данные внесли в таблицу 11. [Приложение 7]

Запах воды отсутствует, вода бесцветная. Органолептические показатели соответствуют норме.

Химический анализ представлен в таблице 12. [Приложение 8]

Результаты исследования показывают, что рН равно 4 - 6, что соответствует кислой и слабокислой среде. Во всех пробах обнаружены в небольших количествах сульфаты, сульфиты, нитраты и хлориды. В микрорайоне Шашово содержание хлоридов составляет 50-100 мг/л. Остальные вещества в видимых концентрациях не обнаружены. [Приложение 9]

При этом нормативы загрязняющих веществ в поверхностном стоке составляют хлориды - 350 мг/л, сульфаты - 500 мг/л, нитраты – 45 мг/л, водородный показатель – 6,5-8,5. [17]

Установлено, что органические вещества и растворенная двуокись углерода оказывают на воду подкисляющее действие, следовательно, наблюдаем загрязнение атмосферы углекислым газом. Сульфаты хорошо растворяются, поэтому присутствуют во всех видах атмосферных осадков. В природе их распространению способствуют выветривание осадочных пород. Хлориды обладают высокой растворимостью, их попаданию в воду способствует вымывание поваренной соли и прочих хлористых соединений из пластов пород. Двуокись углерода, летучие углеводороды и оксиды серы содержатся в выхлопах автомобилей. Кроме того, в городе для уменьшения снежного и ледяного покрова используют пескосоль (смесь песка и соли), что объясняет наличие хлоридов.

Таким образом, водородный показатель выходит за пределы нормы, что свидетельствует о загрязнении снежного покрова двуокисью углерода, оксидами серы, азота, что в большей степени представляет собой продукты сгорания топлива. Наличие хлоридов в талой воде зависит от реагентов, входящих в состав пескосоли, и продуктов выветривания.

Особенно данные загрязнения отмечены в микрорайонах Шашово и Больничный комплекс, что обусловлено расположением здесь трех автозаправочных станций и въезда в город, поэтому максимальное скопление машин. В микрорайоне Шашово на улице Блинова, также расположена котельная. В 2021-2022 году обильные снегопады привели к задержке уборки и вывоза снега, что также негативно отразилось на загрязнении города.

Полученные данные химического анализа талой воды проб села Любец занесли в таблицу 13. [Приложение 8]

Результаты исследования показывают, что рН равно 7, нейтральная среда. В чистой зоне обнаружены такие же химические вещества, что и в городе Коврове в пределах ПДК. Водородный показатель соответствует

норме, что позволяет сделать предположение об отсутствии пылевой нагрузки от автотранспорта в селе Любец.

2.3. Влияние метеоусловий на пылевое загрязнение города

Установлено, что поведение атмосферных загрязнений в приземном слое зависит от метеоусловий. Первоначально изучили направление и скорость ветра в зимний период.

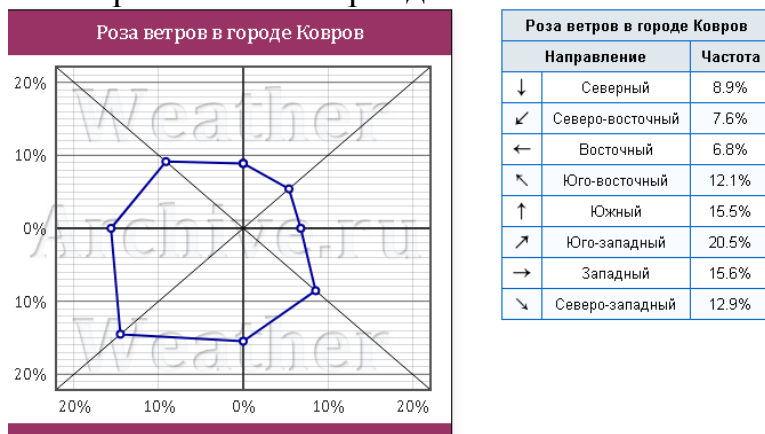


Рис. 3. Роза ветров в городе Коврове (зима, 2021-2022 год). [16]

Как видно из розы ветров, зимой преобладал юго-западный ветер (20,5%). По шкале Бофорта (1,6—3,3 м/с) легкий ветер, средний показатель – 2,9 м/с. В соответствии с розой ветров пылевое загрязнение из микрорайона Шашово перемещается в Старый город. Но наблюдаются и другие направления ветра, которые перемешивают воздух. Наиболее подвержена влиянию ветров западная часть города, поэтому самый чистый микрорайон имени Малеева и Кангина. В городе преобладает направление ветра вдоль улиц. Различные сооружения представляют собой препятствие, под влиянием которого скорость ветра в городе снижается.

Легкий ветер обеспечивает эффективный подъем выбросов в верхние слои атмосферы от предприятий с высокими трубами, снижая уровень загрязнения атмосферы. При этом большое количество низких источников, а именно автомобильный транспорт, приводит к росту уровня загрязнения при снижении скорости ветра до 1-2 м/с.

Таким образом, при слабом ветре средний уровень загрязнения воздуха пылью, сернистым газом, двуокисью азота и окисью углерода повышается. При легком ветре зимой основное загрязнение дают низкие выбросы, в тоже время за зимний период бывают дни с ветром 3-5 м/с, что способствует быстрому распространению загрязнителей. [16]

Таблица 14. Дневник погоды (таблица средних значений) для города Коврова (зима, 2021- 2022 год).

Показатели	Зима, 2021- 2022 год
Средняя температура	-7,5 °С
Влажность	85%
Атмосферное давление	748 мм рт. ст.

Количество пасмурных дней	65
Количество дней с осадками	28

Из таблицы 14 видно, что средняя температура зимой составила - 7,5°C, следовательно, зима оказалась достаточно холодной. При низких температурах концентрации загрязняющих веществ увеличиваются. Влажность очень высокая способствует увеличению концентраций загрязнений в атмосферном воздухе, но это имеет значение не для всех газов. Атмосферное давление в зимний период в городе пониженное, среднее значение -748 мм рт. столба. Преобладала облачная погода. Низкое давление и циклоны снижают уровень загрязнения атмосферы.

Кроме того, следует отметить, что падение концентраций вредных веществ в атмосфере происходит из-за разбавления выбросов воздухом и постепенного самоочищения атмосферы. Определенный потенциал самовосстановления свойств окружающей среды, в том числе и очищения атмосферы, связан с поглощением водными поверхностями газообразных загрязнителей воздуха. В черте города протекают реки Клязьма и Нерехта, рядом расположен затон Гидромуть. [15]

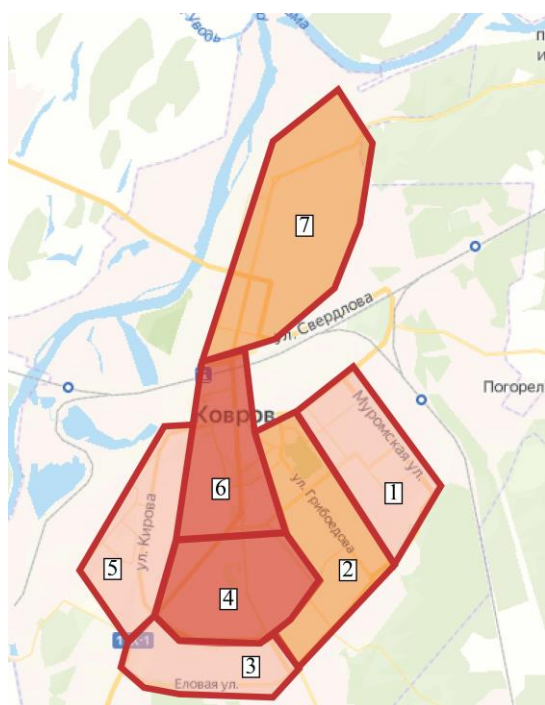
Итак, метеоусловия города в целом способствуют снижению концентрации загрязнителей. Зимой основную роль в загрязнении воздуха играют низкие выбросы от автотранспорта.

2.4. Построение карты пылевого загрязнения

На основании полученных результатов выполняется построение карты загрязнений пылью исследуемой территории за зимний период. Для этого на карту-схему микрорайонов наносят данные по коэффициенту пылевого загрязнения. Обозначают разными цветами: красный - зона наибольшего загрязнения, оранжевый - сильного, розовый - среднего, слабо розовый – слабого, зелёный - чистая зона. [4, 5]

В нашем случае все показатели находятся в пределах от 1000 до 5000, что означает зону среднего загрязнения. Показатели различаются, и мы самостоятельно выделили параметры для построения карты пылевого загрязнения, которые отразили в таблице 15. [Приложение 11]

Если сравнить полученные данные с результатами 2016-2017 годов, то уровень загрязнения особенно повысился в микрорайонах Центральный, Пятый, имени Малеева и Кангина, Старый город, что в первую очередь связано с увеличением автотранспорта. [Приложение 11, 12]



Список объектов

- | | |
|---|----------------------------------|
| 2 | Пятый микрорайон |
| 7 | Старый город |
| 6 | Центральный микрорайон |
| 5 | Микрорайон им. Малеева и Кангина |
| 4 | Шашово |
| 3 | Больничный комплекс |
| 1 | Шестой микрорайон |

Рис. 4. Карта пылевого загрязнения города Коврова (2021-2022 г.г.).
Масштаб 1: 200000

Исходя из карты пылевого загрязнения видно, что наибольшее загрязнение в микрорайонах Шашово и Центральный, самый чистый микрорайон имени Малеева и Кангина. Наибольшее загрязнение обусловлено большим количеством автотранспорта, расположением автозаправок и отопительной котельной. Микрорайон имени Малеева и Кангина расположен вблизи лесных массивов, рек Нерехта и Клязьма, затона Гидромуть.

III. Выводы

На основании проведенных исследований сделаны следующие выводы:

1. Проведена индикация снегового покрова в семи микрорайонах города Коврова и селе Любец.
2. Качественный анализ талой воды показывает наличие сульфатов, сульфидов, нитратов и хлоридов в пределах нормы.
3. Водородный показатель принимает значения 4-6, что свидетельствует о загрязнении атмосферы двуокисью углерода, оксидами серы и азота.
4. Наибольшую пылевую нагрузку испытывают микрорайоны Шашово и Центральный, наименьшая пылевая нагрузка в микрорайоне имени Малеева и Кангина.
5. На основании карты пылевого загрязнения отмечен средний уровень загрязнения атмосферы города Коврова.
6. Коэффициент пылевой нагрузки города превышает показатель чистой зоны в 2,7 раза.
7. Момент отбора проб снега от начала снегостава влияет на значения коэффициента пылевой нагрузки.

8. Основные загрязняющие факторы снегового покрова продукты сгорания топлива автотранспорта, работа котельных, автозаправочные станции, использование пескосоляной смеси.
9. По сравнению с 2016-2017 годом коэффициент пылевой нагрузки в городе Коврове увеличился на 22,4%.
10. Метеоусловия города способствуют загрязнению низкими выбросами и их быстрым перемешиванием в соответствии с розой ветров.
11. Составлен перечень рекомендаций по улучшению экологической обстановки в городе Коврове.

Наша гипотеза подтвердилась. Ковров испытывает среднюю пылевую нагрузку. Это объясняется увеличением антропогенного воздействия в связи с большим количеством автотранспорта, в тоже время наличие лесных массивов, озеленение, эффективность очистных установок на предприятиях, особенности погодных условий позволяют поддерживать средний уровень загрязнения. В 2021-2022 годах зима оказалась с обильными снегопадами и стабильно облачной погодой, что снизило пылевую нагрузку.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных исследований мы предлагаем следующие рекомендации по снижению уровня загрязнения атмосферного воздуха города Коврова:

1. привлечь внимание администрации и жителей города к данной проблеме, разместив информацию о состоянии атмосферы города Коврова на школьном сайте и ВК в группе «МБОУ СОШ № 10 Ковров»;
2. поддерживать общественные мероприятия по улучшению экологического состояния города через организацию субботников по уборке территорий;
3. восстанавливать и увеличивать защитные зеленые насаждения путем участия в акциях «С папой дерево сажай и Ковров наш украшай!», «Сажаем деревья для счастья Земли», «Лес Победы», «Посади дерево», «Собери макулатуру – спаси дерево», «Сад памяти»;
4. 5 июня в честь «Дня окружающей среды» организовывать проведение акции «День без автотранспорта»;
5. через лектории в рамках ежегодных недель естественно-научного цикла пропагандировать загородный отдых на свежем воздухе и велопробулки для поддержания здоровья;
6. принимать участие в мероприятиях Владимирского регионального волонтерского движения «Лига заповедности» на базе ГУ «Дирекция ООПТ»;
7. обратить внимание администрации города на необходимость своевременной уборки и вывоза снега.

Учащиеся нашей школы активно поддерживают предложенные мероприятия, в мае 2021 года в честь юбилея школы прошла акция «Посади дерево»: на пришкольной территории посажено 60 саженцев хвойных деревьев. С 2017 по 2021 год наши ученики собрали 7719 кг макулатуры. Ребята являются волонтерами в составе эко-волонтерских групп «Мелеховские» и Ковровские «Лига заповедности». На школьном сайте можно познакомиться с планами, новостями и достижениями в области природоохранной деятельности. [Приложение 9]

Перспективы нашей работы заключаются в установлении многолетнего мониторинга пылевого загрязнения города, в разработке комплексных мероприятий по устранению загрязнения в микрорайоне нашей школы, так как она находится именно на территории наибольшей пылевой нагрузки. Планируем продолжить изучение причин распространения заболеваний органов дыхания среди населения города Коврова.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуральник И.И., В.В.Ларин В.В., Мамиконова С.В. Метеорология. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1982
2. Заика Е.А., Молчанова Я.П. Рекомендации по организации полевых исследований состояния малых водных объектов с участием детей и подростков. – Москва – Переславль – Залесский: Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, 2001
3. Количественно - химический анализ. Учебно-методическое пособие для студентов.- Пермь: Издательство Перм. Гос. Фарм. Академ, 2010
4. Кудашев С. В. Исследование запыленности воздушной среды: методические указания к лабораторной работе по курсу «Безопасность жизнедеятельности» / С. В. Кудашев, В. Ф. Желтобрюхов. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2013.- 28 с.
5. Методы экологических исследований для школьников: Учебно-методическое пособие / Н.Н. Наумова, И.С.Шварева, Г.Н.Лаврова и др.; под ред. Н.Н Наумовой, И.С.Шваревой – Ковров: Маштекс, 2007
6. Наумова Н.Н., Турышкин Л.В. Город, в котором я живу. – Ковров: Маштекс, 2006
7. Попова Т.А. Экология в школе (Мониторинг природной среды): Методическое пособие. – М.: «Сфера», 2005
8. Соловьева Н. Е., Олькова Е. А., Алябьева А. А., Краева О. В. Исследование талой воды (снега) как показатель загрязнения атмосферы урбанизированной среды // Молодой ученый. — 2015. — №14. — С. 668-672
9. Степанчук Н.А. Практикум по общей экологии. 9 класс. – Волгоград: Учитель, 2009
10. Дисперсионный анализ. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://statistica.ru/theory/dispersionnyy-analiz-article/> – Дата обращения: 05.12.2022

11. Кафедра геоэкологии и ландшафтного планирования. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://refdb.ru/look/1518203-p22.html>– Дата обращения: 24.11.2020
12. Лабораторная работа №3 Дисперсионный анализ. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://gsmu.by/>– Дата обращения: 05.12.2022
13. Методика проведения снегомерной съемки. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://studbooks.net/1239541/ekologiya/metodika_provedeniya_snegomernoy_semki – Дата обращения: 24.11.2021
14. Определение загрязнения атмосферного воздуха по физико-химическим характеристикам снега. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://studwood.ru/2022995/matematika_himiya_fizika/opredelenie_zagryazneniya_atmosfernogo_vozduha_po_fiziko-himicheskim_harakteristikam_snega– Дата обращения: 06.01.2022
15. Официальный сайт администрации города Коврова. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://kovrov-gorod.ru>– Дата обращения: 24.11.2021
16. Погода в городе Ковров. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://weatherarchive.ru/Pogoda/Carpets>– Дата обращения: 09.08.2022
17. Состав воды. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.voda.ru/articles/sostav-vody/himicheskie-svoystva>– Дата обращения: 05.01.2022
18. Факторный и дисперсионный анализ в EXCEL. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://exceltable.com/otchet/faktornyy-dispersionnyy-analiz>– Дата обращения: 05.12.2022

Таблица 2. Места отбора проб снега в микрорайонах города Ковров.

Микрорайон	Места отбора проб снега
1. Шестой микрорайон (Шестерка, Черемушки)	Рядом с заводом КМЗ, коллективный сад, МБОУ СОШ № 5
2. Пятый микрорайон (Южный, Лимончики, Молодежный)	парк им. В.А. Дегтярева, лимончики, МБОУ СОШ № 22
3. Больничный комплекс (микрорайон имени маршала Устинова, Мирный, улица Строителей)	рядом с Центральной городской больницей, улица Строителей, поселок Мирный
4. Шашово (Шашово, микрорайон имени Кирова, Восточный, поселок имени 25-го Октября)	рядом с УТТ г. Коврова, МБОУ СОШ № 10, экологическая библиотека
5. Микрорайон имени Малеева и Кангина	рядом с заводом КЭМЗ, у сквера, МБОУ СОШ № 17
6. Центральный микрорайон (проспект Ленина, площадь 200-летия города Коврова, площадь Победы)	площадь 200-летия г. Коврова, площадь Победы, ОАО «ЗИД»
7. Старый город (Ковров -8, Красный текстильщик)	Ковров – 8, Красный текстильщик, ДК им. Ногина

Таблица 3. Уровень загрязнения снежного покрова. [11]

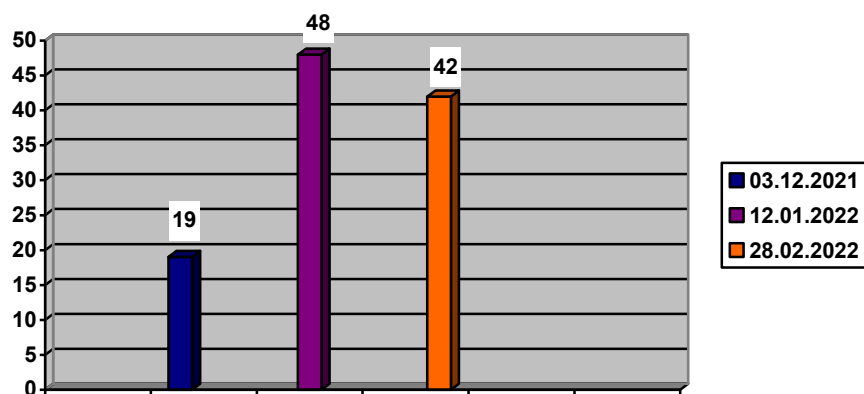
Уровень загрязнения	Суммарный показатель нагрузки (коэффициент пылевой нагрузки)
Низкий	< 1000
Средний	1000 – 5000
Высокий	5000 – 10000
Очень Высокий	> 10000

Таблица 4. Качественные реакции. [2]

№ опыта	Реагент	Реакция
Опыт №1. Обнаружение ионов свинца (Pb²⁺)	хромат калия (10г K ₂ CrO ₄ растворить в 90мл H ₂ O)	В пробирку помещают 5мл пробы воды, прибавляют 1мл раствора реагента. Если выпадает желтый осадок, содержание катионов свинца более 100мг/л; если наблюдается помутнение раствора, концентрация катионов свинца более 20 мг/л, а при опалесценции – 0,1 мг/л.
Опыт №2. Обнаружение ионов кальция (Ca²⁺)	оксалат аммония (17,5г (NH ₄) ₂ C ₂ O ₄ растворить в воде и довести до 1л); уксусная кислота (120мл ледяной СН ₃ COOH довести дистиллированной водой до 1л)	К 5 мл пробы воды прибавляют 3мл уксусной кислоты, затем вводят 8мл реагента. Если выпадает белый осадок, то концентрация ионов кальция 100мг/л; если раствор мутный – концентрация ионов кальция более 1мг/л, при опалесценции – более 0,01мг/л.
Опыт №3. Обнаружение ионов железа (Fe²⁺)	K ₃ [Fe(CN) ₆] красная кровяная соль	В пробирку помещают 5мл исследуемой пробы воды, добавляют несколько капель K ₃ [Fe(CN) ₆] красная кровяная соль. Окраска раствора приобретает цвет под названием: турбулинская синь.
Опыт №4. Обнаружение ионов железа (Fe³⁺)	K ₄ [Fe(CN) ₆] – желтая кровяная соль	В пробирку помещают 5мл пробы воды, добавляют несколько капель K ₄ [Fe(CN) ₆] – желтая кровяная соль. Окраска раствора приобретает цвет под названием: берлинская лазурь.
Опыт №5. Обнаружение ионов аммония (NH₄⁺)	раствор щелочи	Для определения аммония добавляют раствор щелочи и подогревают. При наличии ионов аммония появится запах

		аммиака.
Опыт №6. Обнаружение нитрат – ионов (NO₃⁻)	дифениламин (1г (C ₆ H ₅) ₂ NH растворить в 100мл H ₂ SO ₄)	К 1мл пробы воды по каплям вводят реагент. Бледно- голубое окрашивание наблюдается при концентрации нитрат-ионов более 0,001мг/л, голубое – более 1мг/л, синее – более 100мг/л.
Опыт №7. Обнаружение сульфат – ионов (SO₄²⁻)	хлорид бария	К 5 мл воды добавить 4 капли 10% раствора соляной кислоты HCl и 4 капли 5% раствора хлорида бария BaCl ₂ . Образуется осадок или муть: Ba ²⁺ + SO ₄ ²⁻ = BaSO ₄ : слабая муть – 1-10 мг/л, сильная муть – 10-50 мг/л, хлопья – 50-100 мг/л, белый творожистый осадок > 100 мг/л.
Опыт №8. Обнаружение сульфит – ионов (SO₃²⁻)	слабый раствор марганцовокислого калия	При содержании сульфит – ионов розовый цвет исчезает.
Опыт №9. Обнаружение сульфид – ионов (S²⁻)	нитрат серебра	Если есть сульфид – ионы, то появится слабое помутнение.
Опыт № 10 Обнаружение хлорид-ионов (Cl⁻)	нитрат серебра	К 5 мл талого снега добавить 3 капли 10% раствора нитрата серебра AgNO ₃ , подкисленного азотной кислотой HNO ₃ . Образуется осадок или муть: Ag ⁺ + Cl ⁻ = AgCl: слабая муть – 1-10 мг/л, сильная муть – 10-50 мг/л, хлопья – 50-100 мг/л, белый творожистый осадок > 100 мг/л.

Гистограмма 1. Высота снега (средний показатель, см), город Ковров.



Гистограмма 2. Высота снега (средний показатель, см), село Любец.

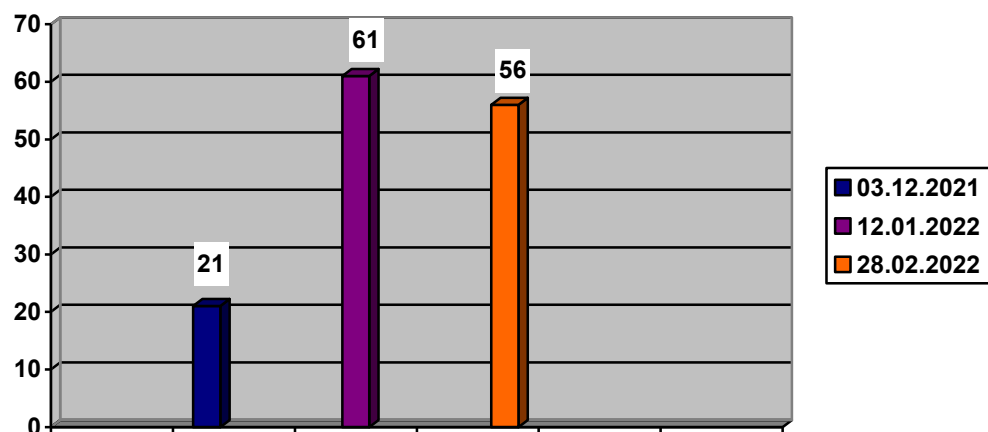


Таблица 5. Индикация талого снега города Коврова (2021-2022г.г.).

№ пробы	Масса фильтра, г (сред.)	Масса осадка, г (сред.)	Объем талого снега, л (сред.)	Кол-во пыли на 1 кг снега, г	Пылевая нагрузка, г/м ² *сут	Коэф. пылевой нагрузки
15 суток						
Шестой микрорайон	0,53	0,0006	0,2	3	33,3	3330
Пятый микрорайон	0,53	0,0006	0,22	2,7	30	3000
Больничный комплекс	0,53	0,0005	0,22	2,3	25,6	2560
Шашово	0,55	0,001	0,2	5	55,6	5560
Микрорайон имени Малеева и Кангина	0,53	0,0005	0,23	2,2	24,4	2440
Центральный микрорайон	0,56	0,0008	0,2	4	44,4	4440
Старый город	0,55	0,0006	0,2	3	33,3	3330
55 суток						
№ пробы	Масса фильтра, г (сред.)	Масса осадка, г (сред.)	Объем талого снега, л (сред.)	Кол-во пыли на 1 кг снега, г	Пылевая нагрузка, г/м ² *сут	Коэф. пылевой нагрузки
Шестой микрорайон	0,55	0,003	0,6	5	15,2	1520
Пятый микрорайон	0,56	0,004	0,63	6,3	19,1	1910
Больничный комплекс	0,53	0,003	0,58	5,2	15,8	1520
Шашово	0,53	0,004	0,4	10	30,3	3030
Микрорайон имени Малеева и Кангина	0,52	0,0026	0,6	4,3	13	1300
Центральный микрорайон	0,55	0,004	0,52	7,7	23,3	2330

Старый город	0,56	0,004	0,5	8	24,2	2420
100 суток						
№ пробы	Масса фильтра, г	Масса осадка, г	Объем талого снега, л	Кол-во пыли на 1 кг снега, г	Пылевая нагрузка, г/м ² *сут	Коэф. пылевой нагрузки
Шестой микрорайон	0,56	0,004	0,6	6,7	11,16	1116
Пятый микрорайон	0,52	0,0058	0,6	9,7	16,2	1620
Больничный комплекс	0,52	0,005	0,6	8,3	13,8	1380
Шашово	0,52	0,008	0,58	13,8	23	2300
Микрорайон имени Малеева и Кангина	0,52	0,0052	0,53	9,8	16,3	1630
Центральный микрорайон	0,53	0,0068	0,52	13,1	21,8	2180
Старый город	0,54	0,0052	0,6	8,7	14,5	1450

Таблица 7. Индикация талого снега села Любец (2021-2022г.г.).

№ пробы	Масса фильтра, г (сред.)	Масса осадка, г (сред.)	Объем талого снега, л (сред.)	Кол-во пыли на 1 кг снега, г	Пылевая нагрузка, г/м ² *сут	Коэф. пылевой нагрузки
15 суток	0,55	0,0004	0,35	1,1	12,2	1220
55 суток	0,54	0,0008	0,37	2,16	6,54	654
100 суток	0,56	0,003	0,66	4,5	7,5	750
Средний показатель				2,59	8,74	874

Таблица 8. Коэффициенты пылевой нагрузки (средние значения), 15, 55, 100 суток с момента снегостава.

№ п/п	15 суток	55 суток	100 суток
1	3330	1520	1116
2	3000	1910	1620
3	2560	1520	1380
4	5560	3030	2300
5	2440	1300	1630
6	4440	2330	2180
7	3330	2420	1450

1	Однофакторный дисперсионный анализ					
2						
3	ИТОГИ					
4	<i>Группы</i>	<i>Счет</i>	<i>Сумма</i>	<i>Среднее</i>	<i>Дисперсия</i>	
5	Столбец 1	7	24660	3522,857143	1239757,14	
6	Столбец 2	7	14030	2004,285714	384161,905	
7	Столбец 3	7	11676	1668	183414,667	
8						
9						
10	Дисперсионный анализ					
11	<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i> <i>F критическое</i>
12	Между группами	13672499	2	6836249,333	11,3475159	0,000648007 3,554557146
13	Внутри групп	10844002	18	602444,5714		
14						
15	Итого	24516501	20			

Рис. 5. Результаты однофакторного дисперсионного анализа по таблице 8.

Таблица 9. Коэффициенты пылевой нагрузки (средние значения), 2016-2017, 2021-2022 г.г.

№ п/п	2016-2017	2021-2022
1	1813	1988
2	1900	2176
3	1760	1840
4	2510	3630
5	1446	1790
6	2353	2980
7	1943	2400

1	Однофакторный дисперсионный анализ						
2							
3	ИТОГИ						
4	<i>Группы</i>	<i>Счет</i>	<i>Сумма</i>	<i>Среднее</i>	<i>Дисперсия</i>		
5	Столбец 1	7	13725	1960,714286	131106,5714		
6	Столбец 2	7	16804	2400,571429	459152,9524		
7							
8							
9	Дисперсионный анализ						
10	<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Fкритическое</i>
11	Между группами	677160,0714	1	677160,0714	2,294448608	0,15572493	4,747225347
12	Внутри групп	3541557,143	12	295129,7619			
13							
14	Итого	4218717,214	13				
15							

Рис. 6. Результаты однофакторного дисперсионного анализа по таблице 9.

Таблица 10. Органолептический анализ талого снега (город Ковров).

Свойства	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Проба 4	Проба 5	Проба 6	Проба 7
Запах воды (характер, интенсивность)	Землистый 2	Травянистый 2	Бензиновый 2	Бензиновый 2	Травянистый 2	Землистый 2	Глинистый 4
Углеводородная пленка	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
Цвет воды	бесцветная	бесцветная	бесцветная	бесцветная	бесцветная	бесцветная	бесцветная
Наличие осадка и мутности	есть, мелкие частицы песка	есть, мелкие частицы песка	есть, мелкие частицы песка	есть, органические остатки	есть, мелкие частицы песка	есть, мелкие частицы песка	есть, мелкие частицы песка

Таблица 11. Органолептический анализ талого снега (село Любец).

Свойства	Село Любец
Запах воды	нет, 0 баллов
Углеводородная пленка	нет
Цвет воды	бесцветная
Наличие осадка и мутности	есть, пылевые частицы, органические остатки

Таблица 12. Химический анализ талого снега (город Ковров).

Свойства	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Проба 4	Проба 5	Проба 6	Проба 7
1.Кислотность	6	5	4	4-5	4-5	5-6	5
2.Наличие сульфатов	Слабая муть, 1-10 мг/л	Слабая муть, 1-10 мг/л	Слабая муть, 1-10 мг/л	Слабая муть, 1-10 мг/л	Слабая муть, 1-10 мг/л	Слабая муть, 1-10 мг/л	Слабая муть, 1-10 мг/л
3.Наличие сульфитов	-	-	-	-	-	-	-
4.Наличие сульфидов	Слабая муть, 1-10 мг/л	Слабая муть, 1-10 мг/л	Слабая муть, 1-10 мг/л	Слабая муть, 1-10 мг/л	Слабая муть, 1-10 мг/л	Слабая муть, 1-10 мг/л	Слабая муть, 1-10 мг/л
5.Наличие аммония	-	-	-	-	-	-	-
6. Наличие нитратов	Бледно-голубое окрашивание, более 0,001мг/л	Бледно-голубое окрашивание, более 0,001мг/л	Бледно-голубое окрашивание, более 0,001мг/л	Бледно-голубое окрашивание, более 0,001мг/л	Бледно-голубое окрашивание, более 0,001мг/л	Бледно-голубое окрашивание, более 0,001мг/л	Бледно-голубое окрашивание, более 0,001мг/л
7.Наличие хлоридов	Слабая муть, 1-10 мг/л	Слабая муть, 1-10 мг/л	Слабая муть, 1-10 мг/л	Хлопья, 50-100 мг/л	Слабая муть, 1-10 мг/л	Слабая муть, 1-10 мг/л	Слабая муть, 1-10 мг/л
8.Наличие свинца	-	-	-	-	-	-	-
9.Наличие кальция	-	-	-	-	-	-	-
10.Наличие железа (II)	-	-	-	-	-	-	-
11.Наличие железа (III)	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 13. Химический анализ талого снега (село Любец).

Свойства	Село Любец
Кислотность	7
Наличие сульфатов	Слабая муть, 1-10 мг/л
Наличие сульфитов	-
Наличие сульфидов	Слабая муть, 1-10 мг/л
Наличие аммония	-
Наличие нитратов	Бледно-голубое окрашивание, более 0,001мг/л
Наличие хлоридов	Сильная муть, 10-50 мг/л
Наличие свинца	-
Наличие кальция	-
Наличие железа (II)	-
Наличие железа (III)	-



Рис. 7. Замер глубины снега.



Рис. 8. Отбор проб снега.



Рис. 9. Фильтрация талой воды.



Рис. 10. Взвешивание фильтров.

Рис. 11. Обнаружение ионов аммония (NH_4^+), хлорид-ионов (Cl^-), ионов свинца (Pb^{2+}).Рис. 12. Обнаружение ионов кальция (Ca^{2+}), ионов железа (Fe^{2+}), ионов железа (Fe^{3+}).



Рис. 13. Определение рН талой воды.



Рис. 14. Обнаружение сульфат – ионов (SO_4^{2-}), сульфит – ионов (SO_3^{2-}), сульфид – ионов (S^{2-}).



Рис.15. Школьный лекторий.



Рис. 16. Городская акция «Собери макулатуру – спаси дерево!»



Рис. 17. Акция «День без автотранспорта»



Рис. 18. Акция «Посади дерево»

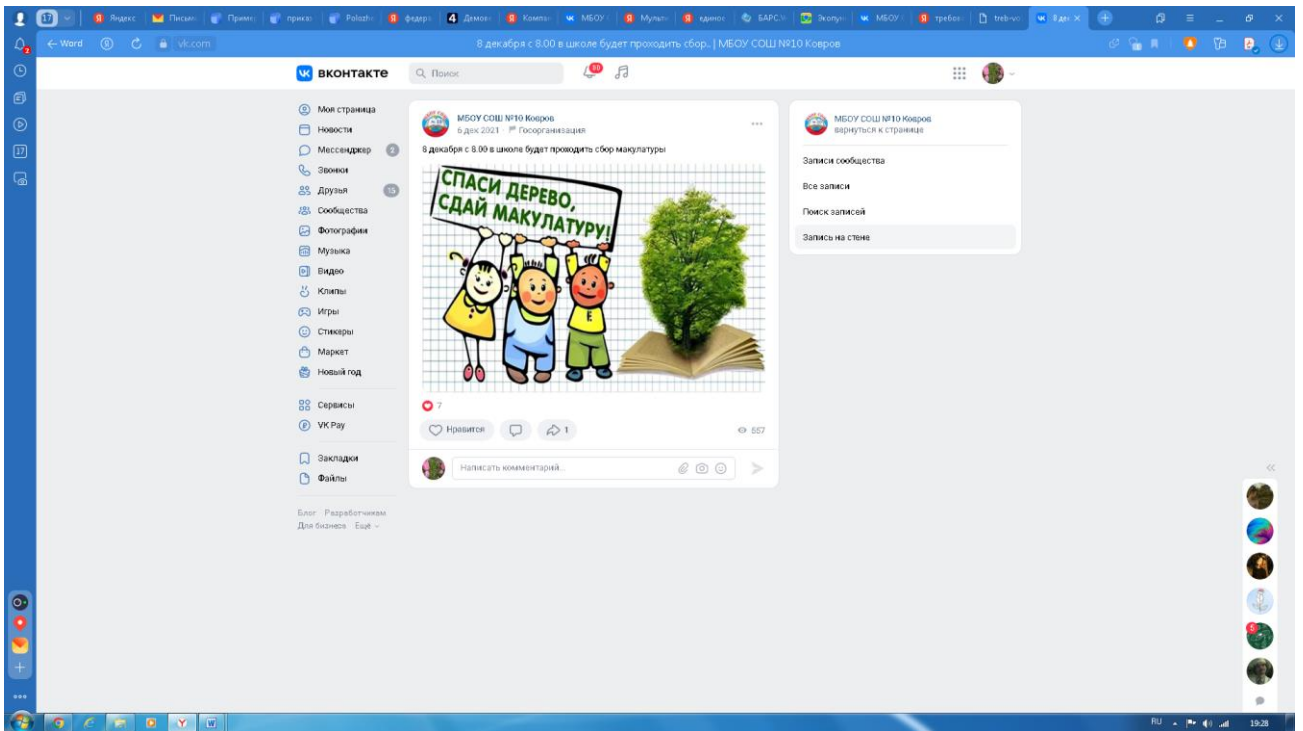


Рис. 19. Информация об акции «Спаси дерево, сдай макулатуру» (6.12.2021):
https://vk.com/wall-193613517_611

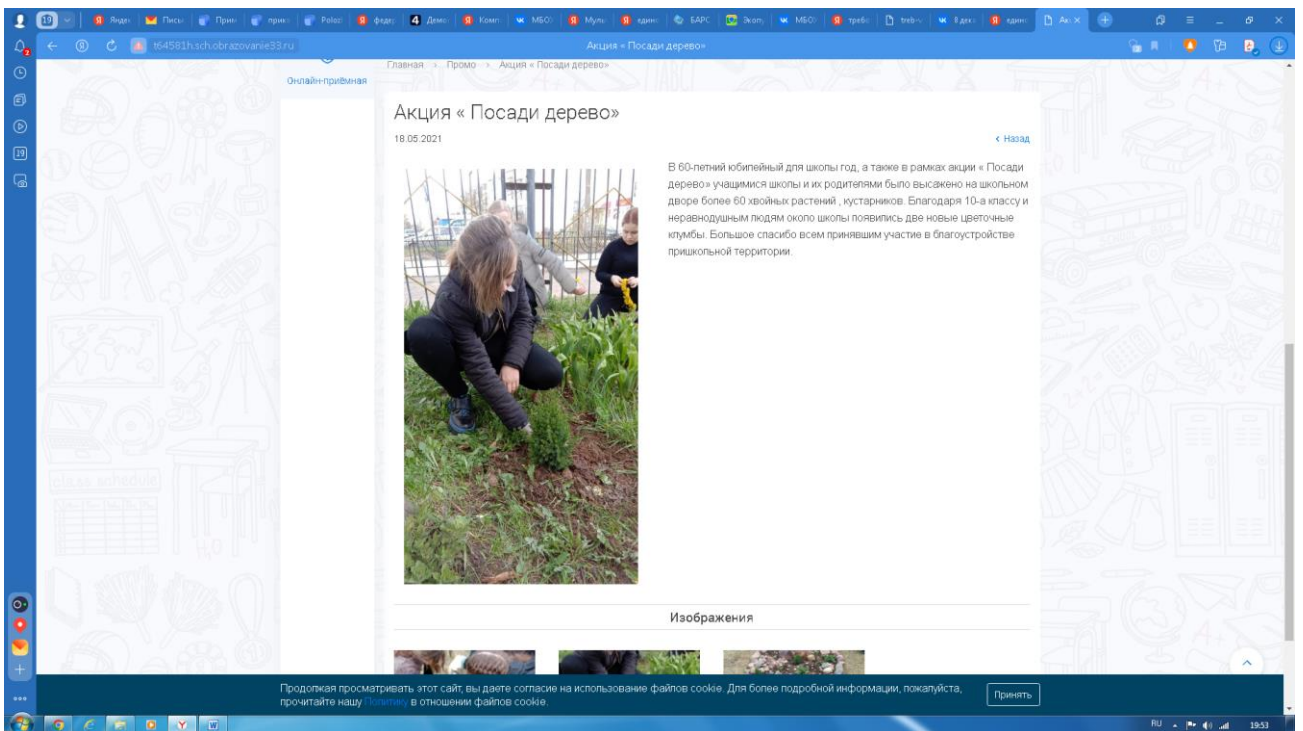


Рис. 20. Информация об акции «Посади дерево» (18.05.2021):
<http://t64581h.sch.obrazovanie33.ru/promo/35432-aktsiya-posadi-derevo-i-yubiley-shkoly/>

Таблица 16. Средние показатели пылевой нагрузки за зимний период (2016-2017 г.г.).

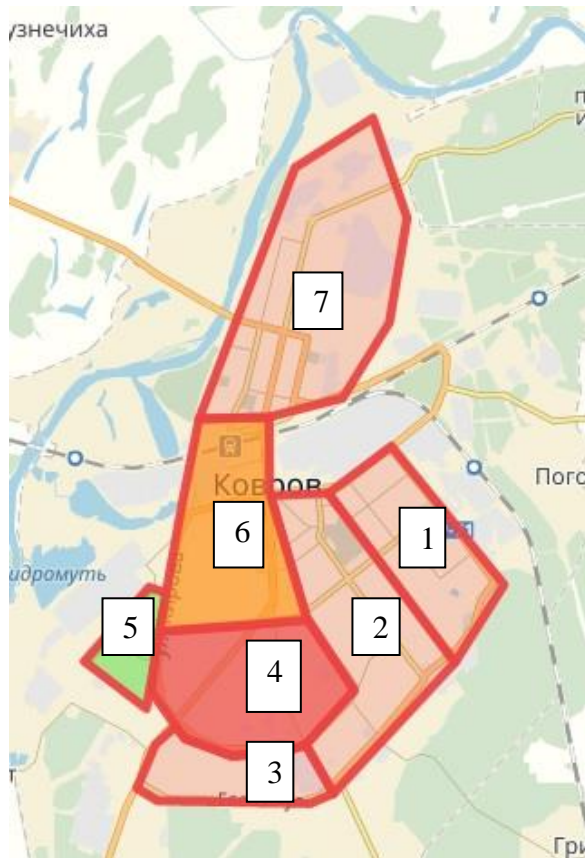
№ пробы	Кол-во пыли на 1 кг снега, г (сред.)	Пылевая нагрузка, г/ м ² *сут (сред.)	Коэф. пылевой нагрузки (сред.)
Шестой микрорайон	5,1	18,13	1813
Пятый микрорайон	5,7	19,00	1900
Больничный комплекс	6,56	17,60	1760
Шашово	7	25,10	2510
Микрорайон имени Малеева и Кангина	4,45	14,46	1446
Центральный микрорайон	7,12	23,53	2353
Старый город	7,3	19,43	1943

Таблица 15. Построение карты пылевого загрязнения (2021-2022г.г.).

Значения коэффициента пылевого загрязнения	Окраска	Микрорайоны
1000-1500	Зеленая	-
1500-2000	Розовая	Микрорайон им. Малеева и Кангина, Шестой, Больничный комплекс
2000-2500	Оранжевая	Старый город, Пятый
Более 2500	Красная	Шашово, Центральный

Таблица 17. Построение карты пылевого загрязнения (2016-2017 г.г.).

Значения коэффициента пылевого загрязнения	Окраска	Микрорайоны
1000-1500	Зеленая	Микрорайон им. Малеева и Кангина
1500-2000	Розовая	Шестой, Пятый, Больничный комплекс, Старый город
2000-2500	Оранжевая	Центральный микрорайон
Более 2500	Красная	Шашово



Список объектов

- | | |
|---|----------------------------------|
| 2 | Пятый микрорайон |
| 7 | Старый город |
| 6 | Центральный микрорайон |
| 5 | Микрорайон им. Малеева и Кангина |
| 4 | Шашово |
| 3 | Больничный комплекс |
| 1 | Шестой микрорайон |

Рис. 21. Карта пылевого загрязнения города Коврова (2016-2017 г.г.).
Масштаб 1: 200000