

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра физической географии и ландшафтной экологии

Анализ загрязнения атмосферного воздуха г. Москва

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 423 группы

направления 05.03.02 География

географического факультета

Огибалиной Алины Александровны

Научный руководитель

ст. преподаватель

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

Л.А. Тархова

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой

д.г.н., профессор

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

В.З. Макаров

инициалы, фамилия

Саратов 2026

Введение. Актуальность: в современных условиях стремительной урбанизации и индустриализации проблема загрязнения атмосферного воздуха приобретает особую остроту, особенно это проявляется в мегаполисах, как, например, Москва. Это обусловлено прежде всего высокой плотностью населения, что ограничивает число зелёных насаждений в городе ввиду плотной городской застройки, а также создаёт предпосылки для большей концентрации транспорта внутри города, что также вносит свой вклад в загрязнение воздуха. Большое количество загрязняющих веществ в атмосферном воздухе негативно сказывается на здоровье населения, состоянии экосистем и устойчивости окружающей среды в целом. В связи с этим, вопросы мониторинга, анализа и прогнозирования уровня загрязнения атмосферного воздуха, а также разработки эффективных мер по его снижению, становятся приоритетными задачами. В работе рассматривалась территория Москвы без новоприсоединённых административных округов (Троицкого и Новомосковского), так как они не в полной мере отражают специфику города.

Цель работы – дать анализ загрязнения атмосферного воздуха г. Москва.

Задачи:

- рассмотреть понятие «загрязнение воздуха»;
- дать общую характеристику г. Москва;
- оценить степень загрязнения атмосферного воздуха по МО города Москва и рассмотреть факторы, которые на него влияют;
- провести анализ факторов, влияющих на степень загрязнения воздуха на примере муниципальных образований г. Москва и дать рекомендации по улучшению качества воздуха.

Исследовательские методы: аналитический, математический, статистический, сравнительный, описательный, картографический.

Фактический материал: литературные, картографические и интернет-источники.

Основное содержание работы. Загрязнение воздуха – это внесение в атмосферу химических, физических или биологических веществ (примесей), которые изменяют естественный состав воздуха и оказывают негативное воздействие на здоровье человека, окружающую среду, животных, растения и др.

В России качество атмосферного воздуха регулируется гигиеническими нормативами - прежде всего СанПиН 1.2.3685-21, а также ГН 2.1.6.3492-17, регламентируют охрану атмосферного воздуха, выбросы вредных веществ в атмосферу ГОСТ 17.2..

В Российской Федерации существует градация предприятий по степени их опасности. Класс опасности устанавливаются в соответствии с законодательством и санитарно-эпидемиологическими требованиями.

Класс опасности определяет жёсткость требований к технологическим процессам, системам очистки выбросов, мониторингу и размещению предприятия относительно жилой застройки (Федеральный закон..., №7-ФЗ [Электронный ресурс], 2026).

Москва - столица Российской Федерации, город федерального значения. Административный центр Центрального федерального округа и Московской области (не входит в её состав). Город расположен в центре Европейской части России, на реке Москва. Площадь 2561,5 км², из них застроено 1738,1 км² (67,9%), площадь зелёных насаждений 1308,5 км². Часть городской территории (877 км²) расположена внутри Московской кольцевой автомобильной дороги т.е. МКАД (именно эту территорию мы и будем рассматривать).

Содержание в атмосферном воздухе Москвы вредных веществ отслеживают на 56 автоматических станций контроля загрязнения атмосферного воздуха (АСКЗА), которые принадлежат ГПБУ «Мосэкомониторинг» (рисунок 5) и могут располагаться: вблизи автомагистралей; на жилых территориях; на природных территориях; на

смешенных территориях, также есть мобильные станции и многоуровневый пункт мониторинга.

В основном воздух в Москве загрязнён следующими веществами: $PM_{2.5}$ и PM_{10} ; NO_2 ; O_3 ; SO_2 CO .

На основе значений показателей основных загрязняющих веществ, для воздуха в Москве, была создана карта загрязнений атмосферного воздуха (рисунок 1).

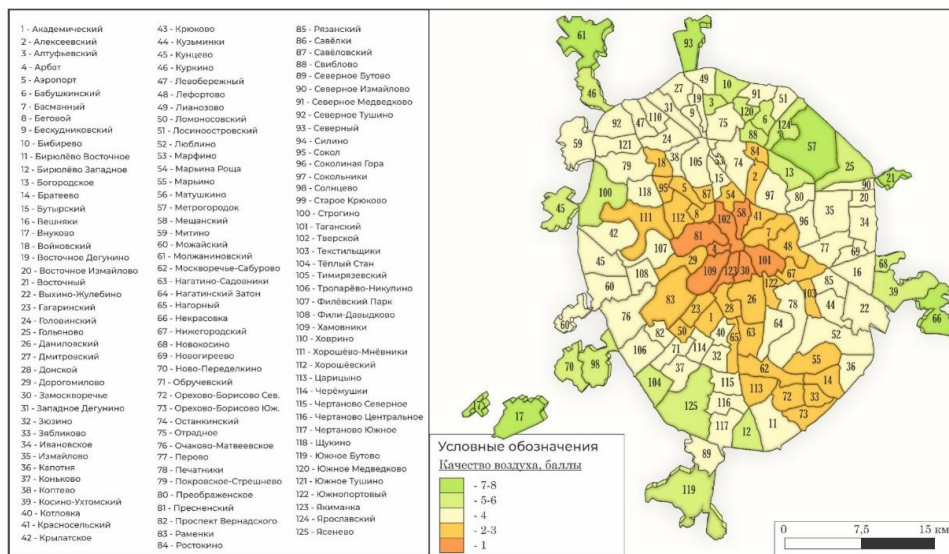


Рисунок 1 - Качество атмосферного воздуха по муниципальным образованиям г. Москва (составлена автором по материалам (Новости недвижимости, [Электронный ресурс], 2026))

Основные факторы, влияющие качество воздуха: а) озеленённость территории (как фактор противодействия загрязнению); б) загруженность автомобильных дорог; в) проветриваемость территории; г) выбросы от промышленных предприятий.

Для оценки взаимосвязи между загрязнением атмосферного воздуха и фактором, влияющими на его степень, использовался коэффициент линейной корреляции Пирсона.

Обеспеченность территории зелёными насаждениями оценивалась по индексу NDVI, применяемому в дистанционном зондировании Земли для оценки состояния растительного покрова. Корреляционный анализ выявил

прямую зависимость ($r = 0,691$) между значениями NDVI и уровнем загрязнения атмосферного воздуха.

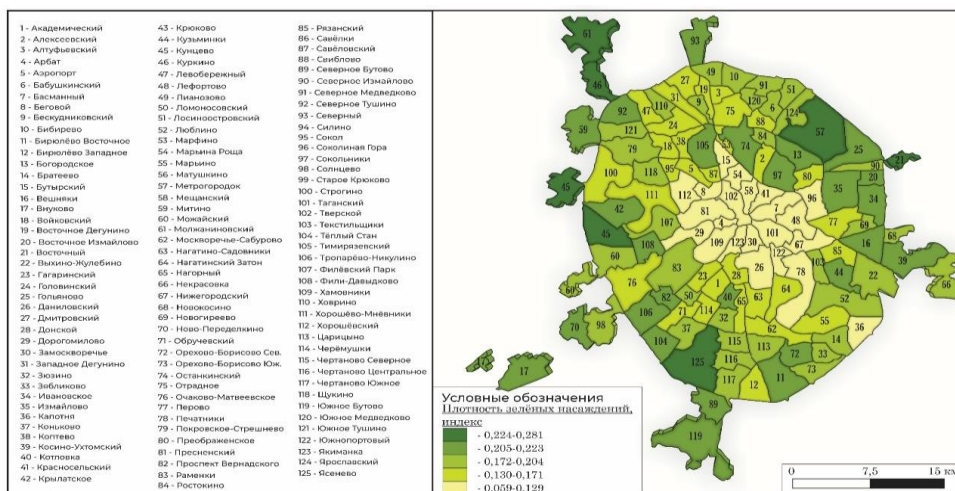


Рисунок 2 - Плотность зелёных насаждений по муниципальным образованиям г. Москва (составлена автором по материалам (ЦМР, [Электронный ресурс], 2026))

Для оценки загруженности автомобильных дорог в МО Москвы оценивались пропускная способность основных дорог МО и фактическое движение по ним. Корреляционный анализ показал обратную зависимость ($r = -0,69$) между индексом загруженности дорог и уровнем загрязнения атмосферного воздуха.

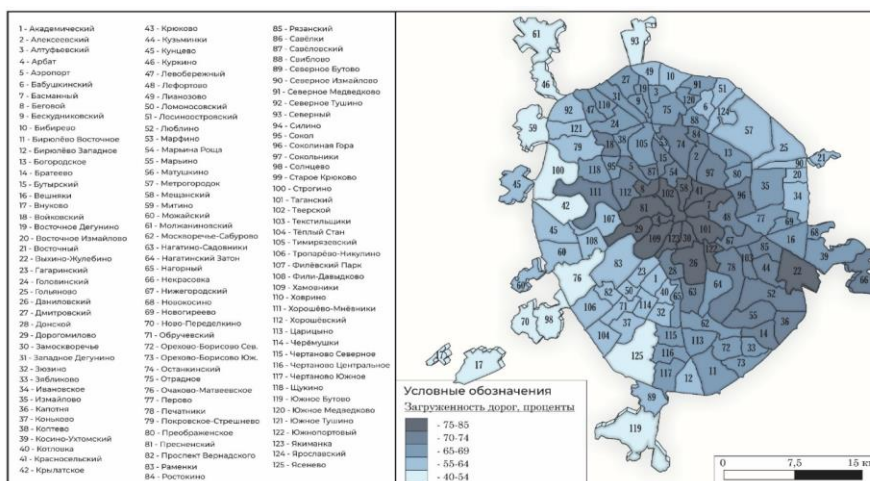


Рисунок 3 - Загруженность дорог по муниципальным образованиям г. Москва (составлена автором по материалам (Яндекс пробки..., [Электронный ресурс], 2026))

На проветриваемость территории оказывают влияние: характер и плотность городской застройки и рельеф местности:

Плотность городской застройки была оценена по спутниковому индексу NDBI. Корреляция между плотностью застройки и качеством воздуха обратная ($r = -0,6$).

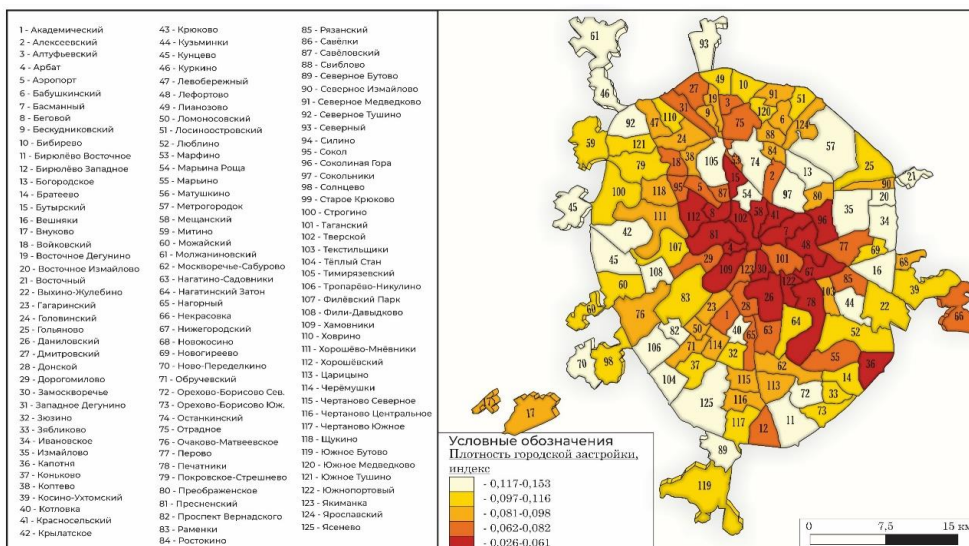


Рисунок 4 - Плотность городской застройки по муниципальным образованиям г. Москва (составлена автором по материалам (ЦМР, [Электронный ресурс], 2026))

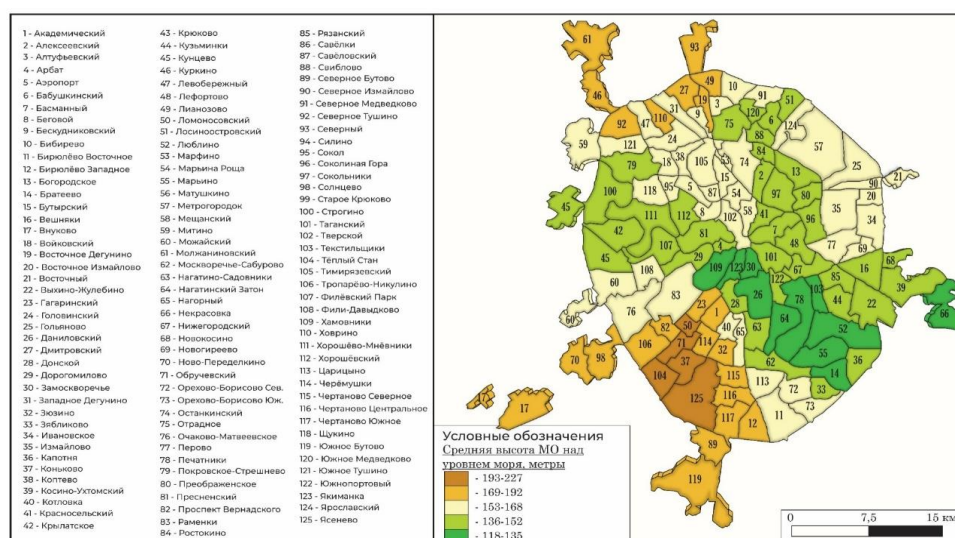


Рисунок 5 - Средняя высота местности по муниципальным образованиям города Москва (составлена автором по материалам (ЦМР, [Электронный ресурс], 2026))

Рельеф территории Москвы представляет собой слаборасчленённую равнину с абсолютными высотами от 100 до 230 м над уровнем моря. Корреляция высоты местности и качества воздуха умеренная обратная ($r = 0,5$) - то есть чем выше находится регион - тем есть большая вероятность, что в нём качество воздуха будет лучше.

Сочетание плотной застройки и понижений рельефа приводит к снижению естественной вентиляции территории и повышению концентраций загрязнителей (CO , NO_2 , PM_{10} , $PM_{2.5}$ и др.).

Промышленность Москвы продолжает развиваться. Несмотря на постепенную модернизацию систем очистки, предприятия остаются заметным источником выбросов. Корреляция между количеством промышленных предприятий, расположенных в том или ином муниципальном образовании, с учётом площади этого МО, отрицательная ($r = -0,578$), то есть, чем больше предприятий в том или ином образовании и чем меньше при этом его площадь – тем больше вероятность, что при прочих равных качество воздуха в нём будет меньше (рисунок 6).

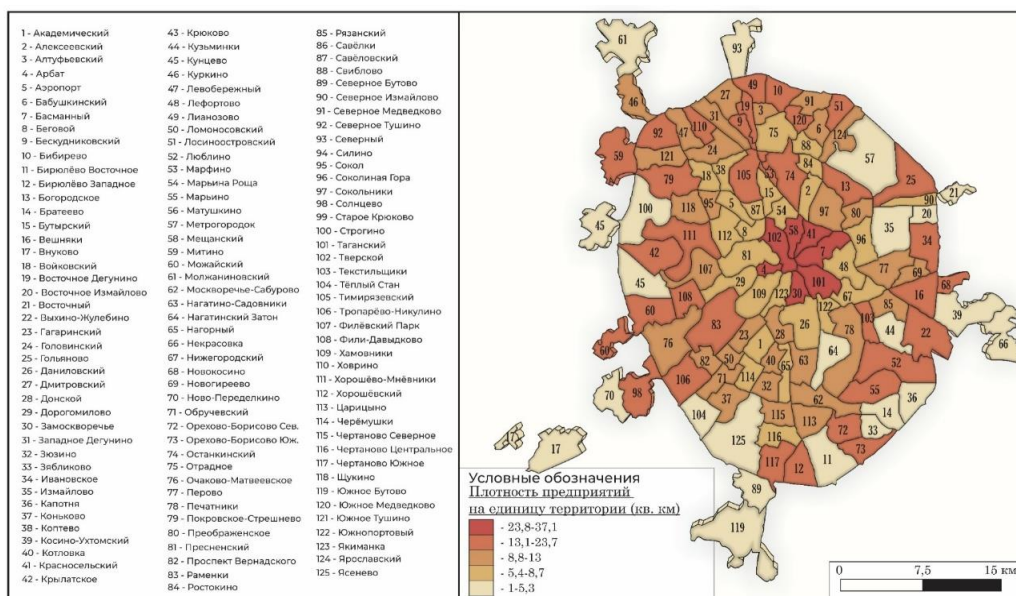


Рисунок 6 - Плотность промышленных предприятий на единицу территории по МО г. Москва (составлена автором по материалам (Реестр объектов..., [Электронный ресурс], 2026))

При этом не все предприятия одинаково воздействуют на атмосферный воздух наибольшее влияние оказывают: а) предприятия третьего класса опасности ($r=-0,539$); б) предприятия четвертого класса опасности ($r = -0,57$);

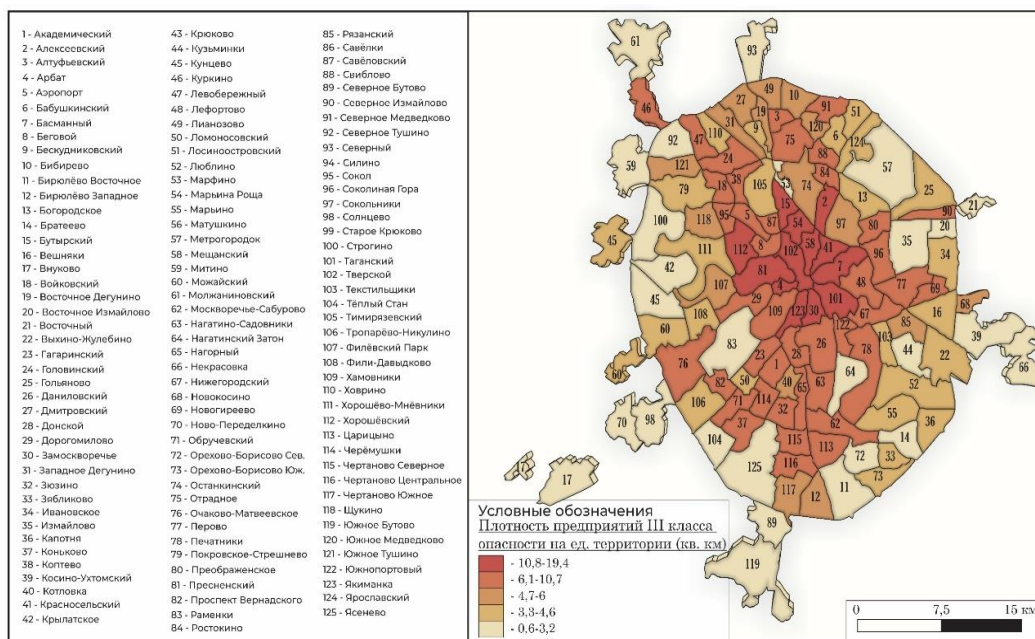


Рисунок 7 - Плотность промышленных предприятий III класса опасности по МО г. Москва (составлена автором по материалам (Реестр объектов..., [Электронный ресурс], 2026))

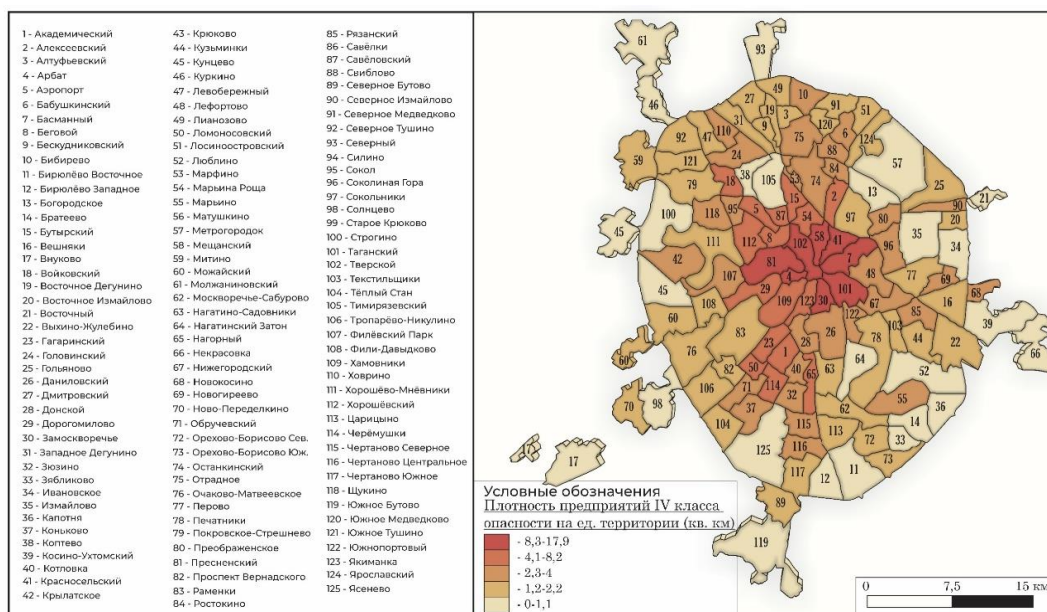


Рисунок 8 - Плотность промышленных предприятий IV класса опасности по МО г. Москва (составлена автором по материалам (Реестр объектов..., [Электронный ресурс], 2026))

Общий корреляционный анализ всех факторов подтвердил ведущую роль зелёных насаждений ($r = 0,691$ - прямая зависимость) и автотранспорта ($r = - 0,69$ - обратная зависимость) и в формировании пространственной структуры загрязнения воздуха Москвы.

Районы с наибольшей плотностью зелёных насаждений - Метрогородок и Крюково демонстрируют высокие показатели качества атмосферного воздуха. В образованиях, где наибольшая загруженность дорог - Арбат и Тверской - качество воздуха низкое (1 балл).

Некоторые районы, имея максимальное загрязнение воздуха (1 балл), сочетают на своей территории максимальные отметки по нескольким факторам загрязнения, из них можно назвать: Арбат (наибольшие отметки загруженности дорог, плотности городской застройки, количества предприятий VI класса опасности на площадь при наименьших значениях плотности зелёных насаждений). Другие районы, напротив, сочетают в себе несколько факторов, положительно влияющих на качество атмосферного воздуха, как, например, Метрогородок (высокая плотность зелёных насаждений сочетается с минимальными отметками плотности городской застройки и количества предприятий III класса опасности на площадь)

Таблица 1 - Влияние отдельных факторов на качество воздуха (составлена автором)

Районы	Качество воздуха (от 1 до 8 баллов)	Примечание
Плотность зелёных насаждений - наибольшие значения		
Метрогородок	7	
Ясенево	6	Больше плотность застройки и предприятий III и VI класса опасности на площадь
Плотность зелёных насаждений - наименьшие значения		
Арбат	1	
Красносельский	2	Ниже загруженность дорог и количество предприятий VI класса опасности на площадь
Загруженность дорог - наибольшие значения		
Арбат	1	

Продолжение таблицы 1

Районы	Качество воздуха (от 1 до 8 баллов)	Примечание
Загруженность дорог - наименьшие значения		
Старое Крюково	8	
Крюково	8	
Плоткость городской застройки - наибольшие значения		
Красносельский	2	Ниже загруженность дорог и выше плотность зелёных насаждений
Арбат	1	
Плоткость городской застройки - наименьшие значения		
Ясенево	6	Больше плотность застройки и предприятий III и VI класса опасности на площадь
Метрогородок	7	Больше плотность зелёных насаждений
Средняя высота над уровнем моря - наибольшие значения		
Ясенево	6	
Тёплый Стан	6	
Средняя высота над уровнем моря - наименьшие значения		
Орехово-Борисово Северное	3	Выше количество предприятий VI класса опасности на площадь
Зябликово	4	
Количество предприятий III класса опасности на площадь - наибольшие значения		
Тверской	1	
Замоскворечье	1	
Количество предприятий III класса опасности на площадь - наименьшие значения		
Метрогородок	7	
Молжаниновский	7	
Количество предприятий VI класса опасности на площадь - наибольшие значения		
Арбат	1	
Замоскворечье	1	
Количество предприятий VI класса опасности на площадь - наименьшие значения		
Молжаниновский	7	
Метрогородок	7	

Заключение. В ходе данной работы были сделаны следующие выводы:

1. Загрязнение воздуха – это внесение в атмосферу химических, физических или биологических веществ (примесей), которые изменяют естественный состав воздуха и оказывают негативное воздействие на здоровье человека, окружающую среду, животных, растения и др. В России качество атмосферного воздуха регулируется гигиеническими нормативами -

прежде всего СанПиН 1.2.3685-21, а также ГН 2.1.6.3492-17 и другими документами. Предельно разрешённые концентрации тех или иных веществ в атмосфере регулируются нормами ПДК.

2. Москва расположена на территории с умеренно континентальным климатом. Город входит в зону смешанных лесов, однако многовековая хозяйственная деятельность на её территории привела к сведению естественной растительности.

Общий объём выбросов загрязняющих веществ в атмосферу В Москве составляет 842,9 тыс. т (2018). Более 90% выбросов (781,9 тыс. т) в атмосферу - от автомобильного транспорта, составляющего 7,7 млн. единиц (2018).

3. По информации Росгидромета за июль 2021 года, в Москве зафиксирована «очень высокая» степень загрязнения атмосферы. Содержание в воздухе вредных веществ отслеживают на 56 автоматических станций контроля загрязнения атмосферного воздуха. В основном воздух в Москве загрязнён следующими веществами: мелкие взвешенные частицы (PM_{2.5} и PM₁₀), диоксид азота, озон, диоксид серы, углекислый газ. На уровень загрязнения атмосферного воздуха в Москве влияет: загруженность дорог, плотность зелёных насаждений, проветриваемость территории (включая гипсометрическое положение и плотность городской застройки), а также количество расположенных на территории промышленных предприятий.

4. Наибольшая прямая корреляция наблюдается между качеством атмосферного воздуха и плотностью зелёных насаждений, а обратная - между качеством атмосферного воздуха и загруженностью дорог. Также выявлена обратная корреляция по отношению к качеству воздуха с плотностью городской застройки и плотностью промышленных предприятий (в особенности IV класса опасности) в МО города Москвы и прямая – со средней высотой МО над уровнем моря.