

Загрязнение воздушной среды: обзор и ключевые вопросы

Загрязнение воздуха – глобальная угроза, влияющая на здоровье и природу.





За историю промышленного развития загрязнение воздуха значительно выросло. Урбанизация, транспорт и индустриализация усилили нагрузку на атмосферу. Сегодня международные договоры помогают скоординировать усилия по улучшению качества воздуха.

Исторический взгляд на загрязнение воздуха

Атмосфера Земли и её роль

Структура атмосферы

Атмосфера состоит из нескольких слоёв: тропосферы, стратосферы, мезосферы и термосферы. Каждый слой имеет особые характеристики и выполняет важные функции для планеты.

Функции атмосферы

Она защищает Землю от вредного ультрафиолетового излучения благодаря озоновому слою, регулирует климат и водный цикл, а также снабжает живых существ кислородом для дыхания.



Естественные источники загрязнения воздуха

Извержения вулканов

Вулканические извержения выбрасывают в атмосферу диоксид серы, пепел и аэрозоли, вызывая временное ухудшение качества воздуха. Извержение Этны подтверждает масштаб этого явления.



Лесные пожары

Пожары выделяют углекислый и угарный газ, а также мелкие частицы, ухудшая здоровье человека. В 2020 году пожары в Сибири существенно повлияли на региональный воздух.



Пыльные бури и морские аэрозоли

Пыльные бури переносят минеральную пыль через большие расстояния, а морские аэрозоли приносят соли и ионы хлора, влияя на состав воздуха в прибрежных районах.



Антропогенные источники загрязнения воздуха



Промышленные предприятия

Металлургические комбинаты и ТЭЦ выбрасывают значительные объёмы SO_2 и тяжёлых металлов. В Подмосковье теплоэлектростанции составляют четверть всех загрязнений региона.



Транспорт

Автомобили, грузовики и авиация выделяют оксиды азота и угарный газ, особенно в мегаполисах, где трафик создаёт стойкий смог и высокий уровень загрязнённости.



Сельское хозяйство и бытовое отопление

Использование удобрений и сжигание угля в домашних печах приводят к выбросам ЛОС и твёрдых частиц, ухудшая качество воздуха в сельских районах и пригородах.

Типы загрязнителей атмосферного воздуха

01

Оксиды серы (SO₂) возникают при сжигании ископаемого топлива и вызывают кислотные дожди, особенно опасны в промышленных зонах.

02

Оксиды азота (NO_x) и летучие органические соединения активно образуются в транспортном секторе, создавая озон и смог в городах.

03

Угарный газ (CO) — продукт неполного сгорания топлива, опасен для здоровья из-за способности связываться с гемоглобином.

04

Твёрдые частицы PM₁₀ и PM_{2.5} проникают глубоко в лёгкие, вызывая хронические заболевания и преобладают в атмосферном воздухе мегаполисов.

Первичные и вторичные загрязнители: различия и примеры

01

Первичные загрязнители выбрасываются непосредственно в атмосферу: угарный газ, диоксиды серы и азота, а также пыль и сажа.

02

Вторичные загрязнители формируются в воздухе из первичных через химические реакции; к ним относятся озон и кислотные компоненты дождей.

03

Примером является фотохимический смог Лос-Анджелеса, где NOx и ЛОС под воздействием солнца вызывают сильное загрязнение воздуха.

Мировая структура выбросов загрязнителей

■ Энергетика ■ Транспорт ■ Промышленность
■ Сельское хозяйство ■ Бытовой сектор



UNEP, 2021

Транспорт становится всё более значимым источником выбросов в развитых странах, несмотря на развитие электромобилей.

Данные указывают на необходимость комплексных мер по сокращению выбросов в транспортном секторе для улучшения качества воздуха.

Кейс: смог и пожар 2010 года в Москве

Лето 2010 года ознаменовалось жарой и лесными пожарами, что вызвало резкий рост загрязнения PM10 на 44% и ухудшение состояния здоровья жителей Москвы.

Повышение смертности достигло 30%, задымление нарушило транспорт и показало, как совмещенное влияние природных и антропогенных факторов усложняет борьбу за чистый воздух.





Кислотные дожди и их воздействие

- Кислотные дожди формируются при взаимодействии SO_2 и NO_x с атмосферной влагой, приводя к разрушению памятников и повреждению лесов.
- Они окисляют водоёмы, вызывая гибель водных организмов, особенно выражено это в центральной Европе и промышленных регионах России.

Смог: городская проблема и здоровье

- 01 Смог образуется при накоплении загрязняющих веществ в атмосфере при неблагоприятных погодных условиях, таких как высокая влажность и слабый ветер. Это явление особенно характерно для мегаполисов с интенсивным транспортом и промышленностью.
- 02 Города с частыми смоговыми явлениями — Москва, Пекин, Лос-Анджелес. Смог повышает заболеваемость респираторными болезнями на 20–30%, ухудшает видимость и создаёт сложности для работы транспорта и экстренных служб.

Экологические последствия загрязнения воздуха

- Тяжёлые металлы и кислотные осадки негативно влияют на фотосинтез растений, вызывая гибель лесных насаждений и снижение плодородия почв. Это снижает продуктивность лесных и сельскохозяйственных экосистем.
- Загрязнение атмосферой водных ресурсов приводит к окислению водоёмов, снижению кислородного баланса и гибели рыбных популяций, нарушая пищевые цепочки и биоразнообразие в водных экосистемах.
- Нарушение баланса экосистем снижает устойчивость биосферы к внешним воздействиям, вызывает уменьшение видов животных и растений, что нарушает природное равновесие и экосистемные функции.



Влияние загрязнения воздуха на здоровье человека

- Загрязнённый воздух способствует росту заболеваний дыхательных путей, включая астму и бронхиты, а также аллергическим реакциям, особенно среди детей и подростков, увеличивая их заболеваемость на 30–40%.
- Длительное воздействие мелкодисперсных частиц PM2.5 и PM10 связано с повышенным риском сердечно-сосудистых и онкологических болезней. Ежегодно более 4,2 миллиона человек умирают преждевременно из-за загрязнённого воздуха (ВОЗ, 2022).

Содержание вредных веществ в атмосфере городов

Среднегодовое содержание основных загрязнителей в атмосферном воздухе избранных городов России и Китая показывает существенные превышения предельно допустимых концентраций в мегаполисах.

Во всех рассматриваемых городах зафиксированы превышения нормативов по нескольким загрязняющим веществам, особенно высок уровень PM10 и NOx в мегаполисах с развитой промышленностью и транспортом.

Город	CO (мкг/м³)	NOx (мкг/м³)	SO2 (мкг/м³)	PM10 (мкг/м³)
Москва	0,9	45	12	36
Санкт-Петербург	0,7	30	8	28
Екатеринбург	0,8	37	10	33
Пекин	1,5	60	22	89

Данные Росгидромета и китайского Агентства охраны окружающей среды, 2023

Основные источники загрязнения воздуха в России

■ Промышленность ■ Автотранспорт
■ Бытовые котлы ■ Прочие источники



Росстат, 2022

В городах с развитой промышленностью, например на Урале, металлургия доминирует среди источников выбросов, в то время как в Москве до 80% загрязнений приходится на транспортные средства.

Большая доля промышленных и транспортных выбросов требует сосредоточенного контроля и инновационных мер по очистке воздуха в России.

Государственное регулирование и законы по охране воздуха

- Установлены федеральные нормы предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в воздухе с целью защиты здоровья населения и природы.
- Введены обязательные лицензии на выбросы для промышленных предприятий и требование по установке фильтров с обязательным экологическим мониторингом.
- Для автотранспорта действуют стандарты Евро-5, направленные на сокращение выбросов вредных газов и частиц в атмосферу.
- Продвигается развитие альтернативных источников энергии и меры по снижению углеродного следа, стимулирующие экологическую модернизацию экономики.



Технологические решения в борьбе с загрязнением воздуха

- На промышленных предприятиях используют электрофильтры и скрубберы, эффективно снижающие выбросы пыли и газов, что существенно улучшает качество воздуха вокруг ТЭЦ и заводов.
- В транспортной сфере внедряют катализаторы и развивают электротранспорт; зеленые зоны в городах служат естественными фильтрами, сокращая концентрацию загрязнителей в атмосфере.

Роль общества и волонтеров в охране воздуха

Акция «Час Земли»: объединение ради чистого воздуха

Ежегодная всероссийская акция «Час Земли» привлекает внимание к проблемам загрязнения окружающей среды. Волонтеры и граждане по всей стране выключают свет на час, снижая энергопотребление и стимулируя экологическое сознание.



Проект «Дыши легко»: волонтеры и датчики качества воздуха

В Москве волонтеры устанавливают сенсоры для мониторинга загрязнения воздуха в жилых районах. Благодаря их инициативам удалось снизить уровень PM10 на отдельных улицах и повысить информированность горожан о проблемах экологии.



Практические шаги по снижению загрязнения воздуха

01

Использование общественного, велосипедного и электротранспорта позволяет сократить выбросы от личных автомобилей, уменьшая нагрузку на атмосферу в мегаполисах.

02

Активное участие в экологических проектах и школьных программах повышает осведомленность молодёжи о влиянии загрязнения и способах его уменьшения.

03

Сортировка отходов и снижение потребления упаковки способствуют уменьшению полигонных газов и выбросов от сжигания мусора.

04

Поддержка и участие в инициативе по озеленению городских территорий способствует улучшению качества воздуха и формированию экологической ответственности.



Для сохранения здоровья и природы необходимо сочетать государственные меры, технические инновации и активное участие общества. Только совместные усилия обеспечат устойчивое улучшение качества воздуха для будущих поколений.

Перспективы чистого воздуха:
объединение усилий