

DOI: <https://doi.org/10.36691/RJA1386>

Изменение климата и его воздействие на развитие аллергических заболеваний

© **Е.В. Назарова**

ГНЦ «Институт иммунологии» ФМБА России; г. Москва, Российская Федерация

Начиная с середины XX века отмечается повсеместный рост распространенности аллергопатологии, особенно в развитых странах. Большое внимание уделяется изменяющемуся климату и его влиянию на развитие аллергии, преимущественно дыхательной системы. Во многих странах интенсифицируются исследования по изучению взаимосвязи различных погодных явлений, загрязнения воздуха, температуры Земли с течением тех или иных аллергических заболеваний респираторного тракта. Разрабатываются глобальные стратегии по лечению и профилактике аллергопатологии. В данном обзоре приведены данные международных исследований, демонстрирующих отрицательное влияние на здоровье человека и развитие аллергических заболеваний дыхательной системы, в частности астмы, глобального повышения температуры Земли, загрязнения воздуха, пылевых бурь, лесных пожаров, сырости в помещениях и атмосферной плесени, гроз и наводнений.

Ключевые слова: аллергия; климат; глобальное потепление; аэроаллергены; загрязнение воздуха; пылевые бури; плесень

Для цитирования: Назарова Е.В. Изменение климата и его воздействие на развитие аллергических заболеваний // *Российский Аллергологический Журнал*. 2020. Т. 17. № 4. С. 7–18. DOI: <https://doi.org/10.36691/RJA1386>

Climate change and its impact on the development of allergic diseases

E.V. Nazarova

NRC Institute of Immunology FMBA of Russia; Moscow, Russian Federation

Since the middle of the twentieth century, there has been a widespread increase in the prevalence of allergic diseases, especially in developed countries. Much attention is paid to the changing climate and its influence on the development of allergies, mainly of the respiratory system. In many countries, studies are intensifying to study the relationship of various weather phenomena, air pollution, Earth temperature with the course of certain allergic diseases of the respiratory tract. Global strategies for the treatment and prevention of allergic diseases are being developed. This review provides data from international studies demonstrating the negative impact on human health and the development of allergic diseases of the respiratory system, in particular asthma: a global rise in Earth temperature, air pollution, dust storms, forest fires, dampness in rooms and atmospheric mold, thunderstorms and floods.

Keywords: allergies; climate; global warming; aeroallergens; air pollution; dust storms; mold

For citation: Nazarova EV. Climate change and its impact on the development of allergic diseases. *Russian Journal of Allergy*. 2020;17(4):7–18. DOI: <https://doi.org/10.36691/RJA1386>

Введение

С середины двадцатого века наблюдается глобальное увеличение средней температуры на планете, преимущественно связанное с увеличением концентрации парниковых газов вследствие антропогенного воздействия. Кроме того, изменения обусловлены ко-

личеством, интенсивностью, частотой и типом осадков, а также увеличением экстремальных погодных явлений, таких как жара, засухи, грозы, наводнения, ураганы и пр. Согласно данным Росгидромета [1], на территории России в последние десятилетия потепление климата происходило быстрее и масштабнее,

Для корреспонденции

Назарова Евгения Валерьевна
Российская Федерация, 115522, г. Москва,
Каширское ш., д. 24.
E-mail: evallergo@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0380-6205>

For correspondence

Evgeniya V. Nazarova
24, Kashirskoe shosse,
Moscow, 115522, Russian Federation.
E-mail: evallergo@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0380-6205>

Статья поступила 29.08.2020 г.
Received: 29.08.2020.

Принята к печати 02.11.2020 г.
Accepted: 02.11.2020.

Рекомендована к публикации
О.М. Курбачёвой

чем в среднем по земному шару. Скорость современного роста глобальной температуры составила за последние сорок лет около 0,17 °С. Температура на территории России растет значительно быстрее — 0,45 °С за 10 лет и особенно быстро — в Арктике, где скорость роста достигает 0,8 °С за 10 лет.

Наблюдательные исследования свидетельствуют о том, что в последнее время региональные изменения климата, особенно повышение температуры, уже затронули разнообразные экосистемы во многих частях света. Наблюдается быстрый рост числа жарких дней и суровых метеорологических событий по всему земному шару. Уровень моря также начал повышаться в результате таяния полярных ледников, заметным стало снижение рН морской воды вследствие влияния на океаны увеличения концентрации углекислого газа (CO₂). Эти события привели к недостатку воды в ряде регионов, что может отразиться на здоровье населения и привести к его массовой миграции. Климат влияет на местные и национальные поставки продовольствия, качество воздуха и воды, погоду, экономику и многие другие факторы, связанные с состоянием здоровья населения. Таким образом, изменение климата представляет собой огромную угрозу здоровью населения планеты и может повлиять на показатели распространенности и структуры заболеваемости в XXI веке.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), аллергопатология заняла четвертое место по распространенности среди всех заболева-

ний, что послужило поводом назвать XXI век веком аллергии [2]. Во многом такой выраженный рост заболеваемости аллергопатологией связывают с экологией и меняющимся климатом. По последним данным ВОЗ, аллергическими заболеваниями (АЗ) страдают около 35% населения планеты.

Аллергические заболевания должны рассматриваться как глобальная проблема охраны здоровья населения. Эксперты Всемирной организации аллергии (World Allergy Organization — WAO) обращают внимание на следующие факты [3].

1. Все чаще встречается поливалентная сенсибилизация, аллергия становится полиорганный; высокая заболеваемость повышает нагрузку на службы здравоохранения.

2. Согласно прогнозам, масштабы аллергии будут расширяться вследствие продолжающегося загрязнения воздуха и глобального потепления. Эти изменения в окружающей среде повлияют на содержание пыльцы, численность популяции жалящих насекомых и плесневых грибов, являющихся значимой причиной для развития аллергии.

3. Во многих странах борьба с аллергией носит переменный и фрагментарный характер, что приводит к ухудшению качества жизни и повышению заболеваемости и смертности, а также сопряжено со значительными финансовыми затратами.

На рисунке схематично показана связь изменения климата (глобального потепления) с распространенностью АЗ дыхательной системы.



Рисунок. Влияние изменения климата на распространенность респираторной аллергии

Загрязнение воздуха и АЗ

Урбанизация представляет собой сложный комплекс трансформаций, которые изменяют жизненную среду и поведение человека. Более высокая распространенность астмы была обнаружена в Эквадоре, в сообществах с более высоким социально-экономическим уровнем и более урбанизированным образом жизни [4]. Robinson и соавт. изучали 13–15-летних подростков, живущих в двух прибрежных регионах Перу: в Пампас-де-Сан-Хуан-де-Мирафлоресе, пригородном трущобном городе Лимы с высокой плотностью населения и интенсивным движением транспорта, и 23 деревнях с незначительной плотностью дорожного транспортного потока, расположенных за пределами города Тумбес в северной части Перу. Значительная распространенность симптомов астмы (12 против 3%), ринита (2% против 12%), экземы (12 против 0,4%), атопии (56 против 38%) и более высокие значения выдыхаемого оксида азота (eNO) наблюдались у городских подростков [5].

В другом исследовании оценивали развитие сенсibilизации у взрослых мужчин (1236 человек в возрасте от 30 до 40 лет) в зависимости от места их проживания в детстве (мегаполис, город, пригород, деревня). Результаты продемонстрировали, что самый высокий процент распространенности сенсibilизации к аэроаллергенам был у мужчин, детство которых прошло в мегаполисе [6].

Загрязнение воздуха – это изменение уровня качества и чистоты воздуха вследствие естественных и/или антропогенных выбросов химических и биологических веществ. В последние десятилетия наблюдается массовое увеличение загрязняющих выбросов в воздух в результате экономического и промышленного развития. Качество воздуха является серьезной проблемой для многих развитых и развивающихся стран, что создает проблемы и для остального мира. В настоящее время автотранспорт и промышленное загрязнение являются основными факторами, ухудшающими качество воздуха в городах промышленно развитых стран.

Вместе с тем другие источники загрязнения не следует недооценивать. Песок пустыни, морская соль, продукты, образуемые при лесных пожарах, и вулканический пепел считаются естественными загрязнителями и должны быть внесены в список твердых частиц, которые загрязняют воздух.

Наиболее распространенными компонентами загрязнения воздуха в городских районах являются NO_2 , O_3 и твердые частицы (ТЧ), преимущественно частицы дизельных выхлопов (ЧДВ).

Ряд экспериментальных и эпидемиологических исследований подтвердил негативное влияние загрязнения воздуха в городах на здоровье человека в целом и распространенность аллергических респираторных заболеваний [7–11], а прогнозы

изменчивости климата свидетельствуют об увеличении этих последствий в течение последующих десятилетий.

Это влияние может осуществляться посредством двух основных механизмов. Во-первых, поллютанты, в том числе ряд тяжелых металлов и их соединений, оказывают негативное воздействие непосредственно на слизистую органов дыхания. Это может способствовать повышению чувствительности людей к пыльце растений и другим аэроаллергенам, в том числе и у тех, у кого нет предрасположенности к аллергии. Исследования озона, диоксида азота (NO_2) и ЧДВ продемонстрировали, что эти загрязнители нарушают функцию эпителия бронхов человека за счет подавления частоты биения ресничек [12–16]. В результате это может приводить к задержке очистки дыхательных путей от аллергенов и раздражителей. Кроме того, повышенная проницаемость дыхательных путей способствует к увеличению проникновения этих агентов в подслизистую оболочку, где они могут взаимодействовать с клетками гладких мышц дыхательных путей и фибробластами, а также клетками воспаления, включая тучные клетки, эозинофилы, лимфоциты и нейтрофилы. Также ЧДВ потенцируют синтез IgE в слизистой дыхательных путей, что в свою очередь увеличивает сенсibilизацию к аллергенам.

Во-вторых, пыльца способна сорбировать на своей поверхности различные химические вещества из воздуха. В настоящее время известны данные о накоплении в пыльцевых зернах тяжелых металлов (свинец, цинк, медь, никель и др.), источником которых являются преимущественно промышленные предприятия и автотранспорт. В результате взаимодействия с примесями меняется химический состав пыльцы и повышаются ее аллергенные свойства, что продемонстрировано в многочисленных исследованиях.

Например, тропосферный озон образуется в результате воздействия ярких солнечных лучей и высоких температур при реакции между летучими органическими соединениями и NO_2 . Концентрации озона увеличиваются в большинстве регионов. Ожидается, что эта тенденция сохранится в течение следующих 50 лет.

Пыльца березы, подверженная воздействию высоких концентраций озона, вызывает более выраженную положительную реакцию при постановке кожных тестов, что свидетельствует об увеличении потенцирующего эффекта озона на аллергенность пыльцы [17].

Сорбированные на поверхности пыльцевых зерен загрязнители, поступающие в организм ингаляционным путем, способствуют нарушению барьеров слизистых оболочек, изменению иммунных механизмов, развитию и более тяжелому течению аллергии, увеличению распространенности аллер-

гопатологии. Поэтому для крупных мегаполисов концепция оценки риска здоровью, обусловленного присутствием в воздухе пылицы аллергенных растений, должна включать учет влияния техногенного загрязнения окружающей среды, то есть экологический мониторинг.

Каждый год из-за выхлопных газов, главным образом NO_2 , астмой заболевают 4 миллиона детей по всему миру, то есть 11 000 человек в день. Таковы выводы исследования, опубликованного в журнале *The Lancet Planetary Health* [18].

Это первое исследование с глобальным охватом, отражающее воздействие автомобильных выхлопов на развитие астмы у детей. В нем показано, сколько новых случаев детской астмы ежегодно возникает по всему миру. Авторы констатируют, что 92% случаев заболевания астмой, связанных с содержанием в воздухе NO_2 , приходится на страны, где среднегодовые концентрации этого вещества ниже норм, установленных ВОЗ. Значит, безопасных уровней оксида азота в атмосфере не существует, и он опаснее для здоровья, чем принято считать.

Исследователи обратили внимание именно на оксид азота, потому что он считается главным поллютантом. Однако другие вещества, содержащиеся в выхлопах, тоже оказывают негативное влияние на здоровье.

Недавно проведено исследование в рамках проекта АРНЕКОМ: «Совершенствование знаний и коммуникации для обеспечения принятия решений в отношении загрязнения воздуха и охраны здоровья в Европе» (www.arhekom.org). В этом исследовании определено число случаев детской астмы, вызванной проживанием вблизи крупных автомагистралей с повышенной загруженностью, и обострений астмы, связанных с уровнем загрязнения городского воздуха, в 10 европейских городах [19]. Сделано заключение о том, что загрязнение воздуха увеличивает риск появления астмы, ее обострений, госпитализаций и пропусков занятий в школе из-за обострений астмы. Загрязнение воздуха вдоль оживленных автомагистралей ответственно за большую долю дебюта и обострения хронических заболеваний в европейских городах.

Увеличение средней температуры Земли и аллергопатология

Данные многочисленных исследований свидетельствуют о том, что многие виды животных отреагировали на увеличение средней температуры на Земле [20–24]. Тридцатилетнее наблюдение в сети Международного фенологического сада показало, что весенний климатический период удлинился на шесть дней, и самый высокий уровень фенологических изменений наблюдается в странах Западной Европы и Балтии [25].

Продолжительность сезона пыления также удлинилась, особенно летом и в конце цветения растений. Более того, существуют некоторые доказательства значительно более сильной аллергенности пылицы деревьев, растущих при повышенных температурах.

Недавний анализ данных пылицы континентального масштаба продемонстрировал тенденцию увеличения годового количества пылицы для многих стран Европы. Эта тенденция была более выражена в городских, а не в сельских районах. Изменение климата может способствовать этим изменениям, причем предполагается, что антропогенный рост уровня CO_2 в атмосфере может оказывать большее влияние, чем повышение температуры [26].

Сложные отношения между погодой, климатом и концентрацией пылицы в атмосфере играют ключевую роль в формировании уровня аллергенов. Чтобы уменьшить воздействие пылицы и улучшить меры, перечисленные ранее, крайне важно обеспечить пациентов надежным аэриобиологическим прогнозом.

Грозы и эпидемии аллергической астмы

Существуют доказательства того, что во время сезона цветения растений, продуцирующих аллергенную пыльцу, грозы оказывают влияние на частоту обострений аллергической астмы у пациентов, страдающих аллергией на пыльцу [27]. Пыльцевые зерна могут подниматься во время грозы над уровнем земли, где под воздействием влажности и электромагнитной активности происходит фрагментация пылицы (<5 μ), что называют «осмотическим шоком». Такие маленькие частицы генерируют атмосферные биологические аэрозоли, несущие большое количество аллергена, проникают глубоко в дистальные дыхательные пути [27, 28] и могут вызывать тяжелые астматические обострения у пациентов с аллергией на пыльцу [29–39]. Грозы способны вызывать приступы тяжелой астмы и в некоторых условиях могут стать причиной эпидемий обострений астмы, требующих неотложной медицинской помощи и госпитализации [40]. Увеличение частоты гроз в некоторых географических районах, вызванное изменением климата, потенциально может повысить значимость гроз как причины обострения астмы [41–45].

Есть описания вспышек обострения астмы, связанных с грозой, в разных городах, таких как Бирмингем (Великобритания) [29], Лондон (Великобритания) [33, 36], Мельбурн (Австралия) [30], Вагга-Вагга (Австралия) [39] и Неаполь (Италия) [41], но есть сообщения о возникновении подобных случаев и в других городах [42, 43].

Одно из первых наблюдений о грозах и вспышке обострений астмы предоставлено Раске и Аугес [28] в больнице Ист Бирмингем в Бирмингеме 6 и 7 июля

1983 г. Авторы описывают поразительный рост числа больных астмой, поступающих в отделение неотложной помощи в период грозы. В течение 36 ч в отделении неотложной помощи проходили лечение 26 пациентов с астмой по сравнению со средним показателем два или три случая в день в период без гроз.

Еще одна вспышка астмы произошла в Лондоне. Она совпала с сильной грозой 24 июня 1994 г., когда наблюдалось значительное увеличение количества обращений пациентов с астмой в отделения неотложной помощи в Лондоне и на юго-западе Англии (Великобритания). Некоторые из пациентов ранее имели только сезонный ринит и не страдали астмой [33, 36]. Эпидемия наступила 24 июня 1994 г.: 640 пациентов с астмой или другими заболеваниями дыхательных путей обратились в отделения неотложной помощи за 30 ч, что почти в 10 раз больше ожидаемого посещения в обычные дни. Более половины (365) пациентов были в возрасте от 21 года до 40 лет, анамнез поллиноза был зарегистрирован у 403 пациентов; у 283 пациентов это был первый приступ астмы. Всего были госпитализированы 104 пациента (в том числе 5 в отделение интенсивной терапии) [33]. Более того, не все пострадавшие пациенты посещали больницу, и эта эпидемия была самой яркой из когда-либо зарегистрированных. Другие вспышки астмы во время гроз были описано в Мельбурне (Австралия) [30], где две большие вспышки астмы совпали с грозами. Эти события также сопровождалось значительным увеличением обращений в больницы или посещениями врачей общей практики по поводу астмы.

Связанная с грозой астма – яркий пример аллергенного потенциала пылевых и грибковых антигенов. Субъектам, страдающим аллергией на пыльцу, следует сообщить о возможном риске приступа астмы и возможном рецидиве в начале грозы во время сезона палинации. Пациентам с высокой степенью аллергии на пыльцу лучше оставаться в помещении с закрытыми окнами, если приближается гроза.

Пылевые бури

Пылевая или песчаная буря – метеорологическое явление, распространенное в засушливых и полувзасушливых регионах. Песчаная буря возникает, когда сильные порывы ветра поднимают рыхлый песок и грязь с сухой поверхности. Иногда частицы песка (<100 мкм) могут оставаться в воздухе в течение нескольких дней и переноситься на сотни миль. Примером могут быть события, случившиеся в марте 2018 г., когда пыльная буря из Африки окрасила небо над греческим островом Крит в оранжевые и красные цвета. Видимость снизилась до нескольких сотен метров. Африканская пыль дошла и до Краснодарского края: желтый снег

выпал в Красной Поляне, на Домбае и Архызе, а в Краснодаре прошел красный дождь. Это событие получило громкую огласку в средствах массовой информации.

Выделяют девять регионов, которые вносят вклад в общее глобальное производство пыли пустыни: Северная Африка (Сахара), Южная Африка, Аравийский полуостров, Центральная Азия, Западный Китай, Восточный Китай, Северная Америка, Южная Америка и Австралия [46].

Smith и соавт. подсчитали, что 25–33% мирового бремени болезней являются результатом воздействия факторов окружающей среды [47], включая острые респираторные инфекции. Довольно много данных о влиянии ТЧ антропогенного происхождения, например, генерируемых двигателями внутреннего сгорания [48]. Тем не менее не так много работ по воздействию естественно генерируемых ТЧ (например, возникающих в результате пылевых бурь).

Отрицательное влияние пылевых бурь на дыхательную систему связывают с большим количеством факторов. Размер ТЧ является одним из них. Образцы, взятые в Саудовской Аравии, содержали частицы размером от менее 2 до 20 мкм, более 85% частиц были размером менее 10 мкм в диаметре. Частицы размером менее 2,5 мкм могут проникать в дистальные отделы легких. Несмотря на то что обычно эти частицы пыли маленькие и нерастворимые, они несут на своей поверхности или в матрице различные растворимые загрязняющие вещества. Гистологическое обнаружение частиц песка на Ближнем Востоке в легких грызунов через 6 мес после однократного воздействия позволяет допустить, что многократное воздействие может привести к значительным повреждениям в легких и высокому уровню биологических и металлических примесей [49]. За время одной пыльной бури, относящейся к тем, которые имеют среднюю продолжительность 10 ч, незащищенный человек может вдыхать до 5,4 мг пыли [50]. Хотя крупные частицы считают менее токсичными, чем мелкие, они оказывают более сильное влияние на индукцию медиаторов воспаления, характерных для приступов астмы или других респираторных расстройств [51].

В зависимости от их происхождения, эти частицы различаются по своему составу. Пыль пустыни Сахары, например, в основном состоит из глинистых минералов, кварца, кальция и карбоната магния, а частицы антропогенного происхождения в основном состоят из углеродсодержащих частиц, сульфатов и нитратов. Тем не менее пыль бури, возникшей в районе Золотого Берега в Австралии, содержала в большей степени мелкие частицы с высоким содержанием алюминия, железа и марганца, которые являются обычными почвенными минералами в Австралии [52].

Алюминий, железо и магний также часто встречались в образцах пыли, собранных в Кувейте. Магний и алюминий являются раздражителями слизистой оболочки в проксимальных дыхательных путях [53].

Более 200 культивируемых прокариот обнаружены в пустынных почвах по всему Ближнему Востоку, включая дифтероиды, бета-гемолитические бациллы и виды *Bacillus*. Lyles и соавт. идентифицировали более 147 бактериальных изолятов и 27 грибковых изолятов из кувейтской и иракской пыли [54]. Обнаружено, что песчаная буря, собранная в Эр-Рияде, содержит 869 КОЕ (колониеобразующих единиц) грибов и 1892 КОЕ бактерий на грамм пыли. Если сравнивать количество колоний в обычной пыли и во время песчаных бурь, то количество грибов увеличивается на 40%, а количество бактерий – на 100%. Наиболее часто выделяемыми бактериями были виды *Actinomyces*, *Bacillus*, *Pseudomonas* и некоторые коагулазоотрицательные стафилококки. Наиболее распространенные грибковые изоляты принадлежали к видам *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Penicillium*, *Ulocladium* и *Alternaria* [55]. Кроме того, вирусы и споры грибов являются обычными компонентами ближневосточной пыли. Недавно получены данные о том, что вирус гриппа А может оставаться в окружающей среде в воздухе и во время пыльных бурь переноситься на большие расстояния [55]. Кроме того, исследования, выполненные на культуре клеток *in vitro*, показали, что песчаная пыль усиливает секрецию цитокинов, вызванную вирусом, и репликацию вируса в эпителиальных клетках носа человека [56].

Выработка стратегии предотвращения и смягчения последствий песчаных бурь крайне важна для снижения их вредного воздействия на население и уязвимые группы, включая пациентов, страдающих астмой.

Плесень, влажность, сырость

Существует совокупность доказательств, демонстрирующих последовательную связь между домашней сыростью, респираторными симптомами и астмой [57]. Внутренняя сырость может не только усугубить ранее существовавшие респираторные заболевания, но и вызвать новые симптомы вплоть до астмы [58]. Это также может увеличить риск респираторных инфекций [59], депрессии [60] и таким образом риск обострений астмы [61, 62].

Изменение климата, его влияние на погоду (то есть штормы, сильные дожди) и последующее повышение уровня моря, увеличение частоты и продолжительности наводнений в дальнейшем, вероятно, приведет к широкому распространению сырости в жилых помещениях, особенно в подверженных наводнениям районах, таких как долины рек и при-

брежные районы. Кроме того, высокие затраты на энергообеспечение могут помешать необходимому отоплению зимой во многих домах, что приведет к увеличению опасности образования конденсата и сырости в помещении.

Воздействие сырости в помещениях на здоровье, связь между влажностью в домах и респираторными симптомами и астмой установлены во многих исследованиях, проведенных в различных географических регионах [57, 58]. Исследования продемонстрировали отрицательное влияние повышенной влажности жилых помещений на здоровье младенцев [63], детей [64] и взрослых [65], и имеются доказательства связи таких неблагоприятных воздействий с выраженностью клинической симптоматики [66]. Fisk и соавт. пришли к выводу, что «влажность в зданиях и плесень связаны примерно с 30–50% увеличения различных респираторных и связанных с астмой симптомов» [67]. Недавний формальный метаанализ, включавший исследования, опубликованные с 1980 по 2010 г., показал, что видимая плесень была связана с астмой (ОШ 1,49; 95% ДИ 1,28–1,72), хрипами (ОШ 1,68; 95% ДИ 1,48–1,90) и аллергическим ринитом (ОШ 1,39; 95% ДИ 1,28–1,51) [68]. Особый интерес представляет работа Kerckhag и соавт., которые провели исследование по влиянию устранения контакта с повышенной влажностью и плесенью на выраженность клинических проявлений заболевания у детей, имеющих выраженную симптоматику астмы [69]. Удаление источников сырости и плесени вызвало значительное и статистически значимое снижение частоты обострений астмы. Кроме того, эти эффективные элиминирующие процедуры привели через 6–12 мес к снижению на 90% (по сравнению с группой контроля) числа обращений за неотложной медицинской помощью.

Как уже описано выше, частота опасных явлений, в том числе наводнений, растет на территории России. В связи с этим растет и количество жилья с повышенной сыростью. Таким образом, следует ожидать и увеличения числа пациентов с грибковой сенсibilизацией в этих регионах.

Убедительно показано, что воздействие спор грибов *Alternaria* и *Cladosporium* на открытом воздухе приводит к обострениям астмы и сенсibilизации к этим аллергенам. В частности, несколько исследований у детей и взрослых показали, что увеличение количества спор в атмосфере связано со значительным увеличением числа больных с симптомами астмы и экстренных обращений за неотложной медицинской помощью [70, 71]. Существует также доказательство того, что увеличение концентрации спор плесени может играть роль при «грозовой» астме, что характеризовалось резким увеличением числа обращений пациентов, страдающих астмой,

в больницы после гроз. В частности, канадское исследование показало, что количество спор грибов удвоилось, а число случаев неотложной помощи при астме у детей возросло более чем на 15% за сутки во время гроз, в то время как концентрация пыльцы и других загрязнителей воздуха осталась неизменной [72]. Эти исследования показывают, что помимо плесени жилых помещений атмосферная плесень также может быть фактором риска развития обострений астмы.

Corden и Millington оценивали за период с 1970 по 1998 г. концентрацию спор *Alternaria* в Дерби (Великобритания) и показали, что концентрация спор нарастает с увеличением локальной температуры [73]. Аналогичная связь обнаружена с более ранним началом и увеличением продолжительности сезона спор. Другие исследования показывают, что *Alternaria alternata*, выращенная при повышенных уровнях CO₂, производит почти в три раза больше спор и более чем в два раза больше мажорного белка [74]. Эти исследования доказывают, что изменение климата может повлиять на концентрацию спор грибов в атмосфере и на начало и продолжительность сезонов спорообразования, а также аллергенность спор, что потенциально увеличивает риск развития аллергии и астмы.

Лесные пожары и астма

Лесные пожары широко распространены во всем мире, и есть свидетельства того, что их распространенность растет. Причины пожаров могут быть случайными или преднамеренными. Большинство исследований показывает, что возникновение лесных пожаров в значительной степени определяется частотой эпизодов засухи и жары. Климатологи считают, что изменение климата увеличит частоту пожаров, связанных с засухой, так как ожидается, что тепловые волны будут увеличиваться по частоте и интенсивности [75].

За последние 5 лет серьезные лесные пожары в Чили [76], Австралии [77] и Калифорнии [78] напомнили мировому сообществу о разрушительных последствиях, к которым могут привести неконтролируемые пожары. В Европе насчитывается в среднем 70 000 лесных пожаров ежегодно. Это особенность стран с более теплым климатом, таких как Португалия, Греция и Франция, в частности остров Корсика.

Помимо явного ожога и других физических травм, вызванных лесными пожарами, есть и другие, менее очевидные последствия для здоровья.

В Великобритании проведено исследование [79], в рамках которого сопоставили и рассмотрели фактические данные о воздействии на здоровье человека лесного пожара. Воздействие на дыхательную систему среди широкого спектра нарушений было

показано как наиболее важное в долгосрочной перспективе. Результаты последующего исследования, посвященного оценке глобальной смертности, связанной с вдыханием дыма от пожаров, опубликованы в 2012 г. [80]. Эти и другие исследования подчеркивали важность проблем патологии органов дыхания, связанных с лесными пожарами.

Во многих исследованиях показано, что вдыхание продуктов сгорания от лесных пожаров привело к обострению ряда респираторных заболеваний и астмы в частности. Учитывая нынешний глобальный рост распространения лесных пожаров и уничтожения лесов преднамеренным их сжиганием, все медицинские работники, особенно врачи общей практики, пульмонологи и врачи скорой помощи, должны знать связанные с пожарами риски нанесения вреда здоровью, а также способы раннего распознавания возникающих при этом патологий и их лечения. Необходимы дополнительные исследования для оценки долгосрочных последствий для здоровья от воздействия лесных пожаров.

Заключение

Тенденция роста распространенности аллергопатологии наблюдается с 60-х годов XX века. Во всем мире интенсифицируются исследования по изучению влияния факторов окружающей среды в условиях меняющегося климата на распространенность АЗ.

В России исследования, посвященные изучению влияния климата и экологии на развитие, течение и прогноз АЗ, малочисленны, разрозненны, касаются лишь отдельных сторон аллергопатологии (либо эпидемиологии, либо спектра аллергенов, либо лечебных мероприятий и т. п.) в некоторых регионах.

Изменение климата влияет на все группы населения, но основную опасность оно представляет для детей, а также лиц с аллергическими и сопутствующими заболеваниями. Социально-экономическое бремя АЗ будет нарастать и в дальнейшем во всем мире.

Все вышеперечисленное требует комплексного подхода к данной проблеме и создания глобальной стратегии по лечению и профилактике АЗ, которая будет включать широкомасштабные эпидемиологические исследования (аналитическую эпидемиологию), экологический и пыльцевой мониторинг, разработку и усовершенствование аллергенспецифической иммунотерапии. Это должно осуществляться с учетом потребностей региона, включать повышение осведомленности медицинских работников различных специальностей, оказывающих первичную и вторичную медицинскую помощь, популяризацию знаний среди населения об АЗ и их профилактике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2016 год. М.: Росгидромет, 2017. 70 с.
2. World Health Organization (WHO) [доступ от 25.01.2012]. Доступно по: <https://www.who.int/ru>
3. World Allergy Organization (WAO), White Book on Allergy [доступ от 25.01.2012]. Доступно по: <https://www.worldallergy.org/wao-white-book-on-allergy>
4. *Rodriguez A., Vaca M., Oviedo G.*, et al. Urbanisation is associated with prevalence of childhood asthma in diverse, small rural communities in Ecuador // *Thorax*. 2011. Vol. 66. N 12. P. 1043–1050. doi: 10.1136/thoraxjnl-2011-200225
5. *Robinson C.L., Baumann L.M., Romero K.*, et al. Effect of urbanisation on asthma, allergy and airways inflammation in a developing country setting // *Thorax*. 2011. Vol. 66. N 12. P. 1051–1057. doi: 10.1136/thx.2011.158956
6. *Elholm G., Linneberg A., Husemoen L.*, et al. The Danish urban-rural gradient of allergic sensitization and disease in adults // *Clin Exp Allergy*. 2016. Vol. 46. N 1. P. 103–111. doi: 10.1111/cea.12583
7. *Ayres J.G., Forberg B., Annesi-Maesano I.*, et al. Climate change and respiratory disease. European Respiratory Society position paper on behalf of the Environment & Human Health Committee // *Eur Respir J*. 2009. Vol. 34. N 2. P. 295–302. doi: 10.1183/09031936.00003409
8. *D'AG E.* Outdoor air pollution, climate and allergic respiratory diseases: evidence of a link // *Clin Exp Allergy*. 2002. Vol. 32. N 10. P. 1391–1393. doi: 10.1046/j.1365-2745.2002.01519.x
9. *D'Amato G., Liccardi G.* Allergenic pollen and urban air pollution in the Mediterranean area // *Allergy Clin Immunol Int*. 2003. Vol. 15. N 2. P. 73–78. doi: 10.1027/0838-1925.15.2.73
10. *D'Amato G.* Outdoor air pollution in urban areas and allergic respiratory diseases // *Monaldi Arch Chest Dis*. 1999. Vol. 54. N 6. P. 470–474.
11. *D'Amato G., Cecchi L.* Effects of climate change on environmental factors in respiratory allergic diseases // *Clin Exp Allergy*. 2008. Vol. 38. N 8. P. 1264–1274. doi: 10.1111/j.1365-2222.2008.03033.x
12. *Devalia J.L., Bayram H., Rusznak C.*, et al. Mechanisms of pollution-induced airways disease – in vitro studies in the upper and lower airways // *Allergy*. 1997. Vol. 52. N Suppl 38. P. 45–51. doi: 10.1111/j.1398-9995.1997.tb04870.x
13. *Bayram H., Devalia J.L., Sapsford R.J.*, et al. The effect of diesel exhaust particles on cell function and release of inflammatory mediators from human bronchial epithelial cells in vitro // *Am J Respir Cell Mol Biol*. 1998. Vol. 18. N 3. P. 441–448. doi: 10.1165/ajrcmb.18.3.2882
14. *Bayram H., Devalia J.L., Khair O.A.*, et al. Comparison of ciliary activity and inflammatory mediator release from bronchial epithelial cells of nonatopic nonasthmatic subjects and atopic asthmatic patients and the effect of diesel exhaust particles in vitro // *J Allergy Clin Immunol*. 1998. Vol. 102. N 5. P. 771–782. doi: 10.1016/s0091-6749(98)70017-x
15. *Bayram H., Devalia J.L., Khair O.A.*, et al. Effect of loratadine on nitrogen dioxide (NO₂)-induced changes in electrical resistance and release of inflammatory mediators from cultured human bronchial epithelial cells // *J Allergy Clin Immunol*. 1999. Vol. 104. N 1. P. 93–99. doi: 10.1016/s0091-6749(99)70119-3
16. *Bayram H., Rusznak C., Khair O.A.*, et al. Effect of ozone and nitrogen dioxide on the permeability of bronchial epithelial cell cultures of non-asthmatic and asthmatic subjects // *Clin Exp Allergy*. 2002. Vol. 32. N 9. P. 1285–1292. doi: 10.1046/j.1365-2745.2002.01435.x
17. *Beck I., Jochner S., Gilles S.*, et al. High environmental ozone levels lead to enhanced allergenicity of birch pollen // *PLoS One*. 2013. Vol. 20. N 11. P. 8–e80147. doi: 10.1371/journal.pone.0080147
18. *Achakulwisut P., Brauer M., Hystad P., Anenberg S.* Global, national, and urban burdens of paediatric asthma incidence attributable to ambient NO₂ pollution: estimates from global datasets // *Lancet Planetary Health*. 2019. Vol. 3. N 4. P. e166–e178. doi: 10.1016/S2542-5196(19)30046-4
19. *Perez L., Declercq C., Iñiguez C.*, et al. Chronic burden of near-roadway traffic pollution in 10 European cities (APHEKOM network) // *Eur Respir J*. 2013. Vol. 42. N 3. P. 594–605. doi: 10.1183/09031936.00031112
20. *D'Amato G., Cecchi L., Bonini S.*, et al. Allergenic pollen and pollen allergy in Europe // *Allergy*. 2007. Vol. 62. N 9. P. 976–990. doi: 10.1111/j.1398-9995.2007.01393.x
21. *Cecchi L., Torrigiani Malaspina T., Albertini R.*, et al. The contribution of long-distance transport to the presence of Ambrosia pollen in central northern Italy // *Aerobiologia*. 2007. Vol. 23. N 1. P. 145–151.
22. *Frenguelli G.* Interactions between climatic changes and allergenic plants // *Monaldi Arch Chest Dis*. 2002. Vol. 57. N 1. P. 141–143.
23. *Teranishi H., Katoh T., Kenda K., Hayashi S.* Global warming and the earlier start of the Japanese-cedar (*Cryptomeria japonica*) pollen season in Toyama, Japan // *Aerobiologia*. 2006. Vol. 22. N 1. P. 91–95.
24. *Beggs P.J.* Impacts of climate change on aeroallergens: past and future // *Clin Exp Allergy*. 2004. Vol. 34. N 10. P. 1507–1513. doi: 10.1111/j.1365-2222.2004.02061.x
25. *Cecchi L., D'Amato G., Ayers J.G.*, et al. Projections of the effects of climate change on allergic asthma: the contribution of aerobiology // *Allergy*. 2010. Vol. 65. N 9. P. 1073–1081. doi: 10.1111/j.1398-9995.2010.02423.x
26. *Ziello C., Sparks T.H., Estrella N.*, et al. Changes to airborne pollen counts across Europe // *PLoS One*. 2012. Vol. 7. N 4. P. e34076. doi: 10.1371/journal.pone.0034076
27. *Knox R.B.* Grass pollen, thunderstorms and asthma // *Clin Exp Allergy*. 1993. Vol. 23. N 1. P. 354–356. doi: 10.1111/j.1365-2222.1993.tb00339.x
28. *Packe G.E., Ayres J.G.* Asthma outbreak during a thunderstorm // *Lancet*. 1985. Vol. 2. N 8448. P. 199–204. doi: 10.1016/s0140-6736(85)91510-7
29. *Bellomo R., Gigliotti P., Treloar A.*, et al. Two consecutive thunderstorm associated epidemics of asthma in Melbourne. The possible role of rye grass pollen // *Med J Aust*. 1992. Vol. 156. N 12. P. 834–837.
30. *Murray V., Venables K., Laing-Morton T.*, et al. Epidemic of asthma possibly related to thunderstorms // *BMJ*. 1994. Vol. 309. N 6947. P. 131–132. doi: 10.1136/bmj.309.6947.131c
31. *Wallis D.N., Davidson A.C., Welch J.* Clinical and immunological characteristics of patients with thunderstorm asthma // *Eur Respir J*. 1995. Vol. 8 Suppl. P. 500.
32. *Davidson A.C., Emberlin J., Cook A.D., Venables K.M.* Thames region accident and emergency trainees association. A major outbreak of asthma associated with a thunderstorm // *BMJ*. 1996. Vol. 312. N 7031. P. 601–604. doi: 10.1136/bmj.312.7031.601
33. *Celenza A., Fothergill J., Kupek E., Shaw R.J.* Thunderstorm associated asthma: a detailed analysis of environmental factors // *BMJ*. 1996. Vol. 312. N 7031. P. 604–607. doi: 10.1136/bmj.312.7031.604
34. *Bauman A.* Asthma associated with thunderstorm // *BMJ*. 1996. Vol. 312. N 7031. P. 590–591. doi: 10.1136/bmj.312.7031.590
35. *Venables K.M., Allitt U., Collier C.G.*, et al. Thunderstorm-related asthma – epidemic of 24/25 June 1994 // *Clin Exp Allergy*. 1997. Vol. 27. N 7. P. 725–736.
36. *Newson R., Strachan D., Archibald E.*, et al. Effect of thunderstorms and airborne grass pollen on the incidence of acute asthma in England, 1990–1994 // *Thorax*. 1997. Vol. 52. N 8. P. 680–685. doi: 10.1136/thx.52.8.680

37. Antò J.M., Sunyer J. Thunderstorms: a risk factor for asthma attacks // *Thorax*. 1997. Vol. 52. N 8. P. 669–670. doi: 10.1136/thx.52.8.669
38. Newson R., Strachan D., Archibald E., et al. Acute asthma epidemics, weather and pollen in England, 1987–1994 // *Eur Resp J*. 1998. Vol. 11. N 3. P. 694–701. doi: 10.1034/j.1399-3003.2000.16a02.x
39. Girgis S.T., Marks G.B., Downs S.H., et al. Thunderstorm-associated asthma in an inland town in southeastern Australia. Who is at risk? // *Eur Resp J*. 2000. Vol. 16. N 1. P. 3–8. doi: 10.1034/j.1399-3003.2000.16a02.x
40. Marks G.B., Colquhoun J.R., Girgis S.T., et al. Thunderstorm outflows preceding epidemics of asthma during spring and summer // *Thorax*. 2001. Vol. 56. N 6. P. 468–471. doi: 10.1136/thorax.56.6.468
41. D'Amato G., Liccardi G., Gilder J.A., et al. Thunderstorm-associated asthma in pollinosis patients // *BMJ*. 1994. Vol. 309. N 1. P. 131.
42. Wardman A.E., Stefani D., MacDonald J.C. Thunderstorm-associated asthma or shortness of breath epidemic: a Canadian case report // *Can Respir J*. 2002. Vol. 9. N 4. P. 267–270. doi: 10.1155/2002/728257
43. Rosas I., McCartney H.A., Payne R.W., et al. Analysis of the relationship between environmental factors (aeroallergens, air pollution and weather) and asthma emergency admissions to a hospital Mexico City // *Allergy*. 1998. Vol. 53. N 4. P. 394–401. doi: 10.1111/j.1398-9995.1998.tb03911.x
44. D'Amato G., Spiekma F.T., Liccardi G., et al. Pollen-related allergy in Europe // *Allergy*. 1998. Vol. 53. N 6. P. 567–578. doi: 10.1111/j.1398-9995.1998.tb03932.x
45. D'Amato G., Rottem M., Dahl R., et al. Annesi-maesano and the WAO special committee on climate change and allergy. Climate change, migration and allergic respiratory diseases: an update for the allergist // *World Allergy Organ J*. 2011. Vol. 4. N 7. P. 120–125. doi: 10.1097/WOX.0b013e3182260a57
46. Tanaka T.Y., Chiba M. A numerical study of the contributions of dust source regions to the global dust budget // *Glob Planet Chang*. 2006. Vol. 52. N 1. P. 88–104.
47. Smith K.R., Corvalán C.F., Kjellström T. How much global ill health is attributable to environmental factors? // *Epidemiology*. 1999. Vol. 10. N 5. P. 573–584.
48. Romieu I., Samet J.M., Smith K.R., Bruce N. Outdoor air pollution and acute respiratory infections among children in developing countries // *J Occ Environ Med*. 2002. Vol. 44. N 7. P. 640–649. doi: 10.1097/00043764-200207000-00010
49. Wilfong E.R., Lyles M., Rietcheck R.L., et al. The acute and long-term effects of Middle East sand particles on the rat airway following a single intratracheal instillation // *J Toxicol Environ Health A*. 2011. Vol. 74. N 20. P. 1351–1365. doi: 10.1080/15287394.2010.516239
50. Englebrecht J.P., McDonald E.V., Gillies J.A., et al. Characterizing mineral dusts and other aerosols from the Middle East – Part 2: Grab samples and re-suspensions // *Inhal Toxicol*. 2009. Vol. 21. N 4. P. 327–336. doi: 10.1080/08958370802464299
51. Baldasano J.M., Valera E., Jimenez P. Air quality data from large cities // *Sci Total Environ*. 2003. Vol. 307. N 1–3. P. 141–165. doi: 10.1016/S0048-9697(02)00537-5
52. Gunawardena J., Ziyath A.M., Bostrom T.E., et al. Characterisation of atmospheric deposited particles during a dust storm in urban areas of Eastern Australia // *Sci Total Environ*. 2013. Vol. 461–462. P. 72–80. doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.04.080
53. Al-Hurban A.E., Al-Ostad A.N. Textural characteristics of dust fallout and potential effects on public health in Kuwait City and suburbs during March 2006 – February 2007 // *Environ Earth Sci*. 2010. Vol. 60. N 1. P. 169–181.
54. Lyles M.B. Medical geology: Dust exposure and potential health risks in the Middle East. In: Ragaini R., editor. International Seminar on Nuclear War and Planetary Emergencies – 42nd Session. P. 497–502. doi: 10.1142/9789814327503_0045
55. Chen P.S., Tsai F.T., Lin C.K., et al. Ambient influenza and avian influenza virus during dust storm days and background days // *Environ Health Perspect*. 2010. Vol. 118. N 9. P. 1211–1216. doi: 10.1289/ehp.0901782
56. Yeo N.K., Hwang Y.J., Kim S.T., et al. Asian sand dust enhances rhinovirus-induced cytokine secretion and viral replication in human nasal epithelial cells // *Inhal Toxicol*. 2010. Vol. 22. N 12. P. 1038–1045. doi: 10.3109/08958378.2010.516282
57. Institute of Medicine (US) Committee on Damp Indoor Spaces and Health. Damp indoor spaces and health. Washington, DC: The National Academies Press, 2004.
58. Mendell M.J., Mirer A.G., Cheung K., et al. Respiratory and allergic health effects of dampness, mold, and dampness-related agents: a review of the epidemiologic evidence // *Environ Health Perspect*. 2011. Vol. 119. N 6. P. 748–756. doi: 10.1289/ehp.1002410
59. Fisk W.J., Eliseeva E.A., Mendell M.J. Association of residential dampness and mold with respiratory tract infections and bronchitis: a meta-analysis // *Environ Health*. 2010. Vol. 9. P. 72. doi: 10.1186/1476-069X-9-72
60. Shenassa E.D., Daskalakis C., Liebhaber A., et al. Dampness and mold in the home and depression: an examination of mold-related illness and perceived control of one's home as possible depression pathways // *Am J Public Health*. 2007. Vol. 97. N 10. P. 1893–1899. doi: 10.2105/AJPH.2006.093773
61. Atkinson T.P. Is asthma an infectious disease? New evidence // *Curr Allergy Asthma Rep*. 2013. Vol. 13. N 6. P. 702–709. doi: 10.1007/s11882-013-0390-8
62. Douwes J., Brooks C., Pearce N. Asthma nervosa: old concept, new insights // *Eur Respir J*. 2011. Vol. 37. N 5. P. 986–990. doi: 10.1183/09031936.00018511
63. Nafstad P., Oie L., Mehl R., et al. Residential dampness problems and symptoms and signs of bronchial obstruction in young Norwegian children // *Am J Respir Crit Care Med*. 1998. Vol. 157. N 2. P. 410–414. doi: 10.1164/ajrccm.157.2.9706033
64. Andriessen J.W., Brunekreef B., Roemer W. Home dampness and respiratory health status in European children // *Clin Exp Allergy*. 1998. Vol. 28. N 10. P. 1191–1200.
65. Zock J.P., Jarvis D., Luczynska C., et al. European community respiratory health survey. Housing characteristics, reported mold exposure, and asthma in the European community respiratory health survey // *J Allergy Clin Immunol*. 2002. Vol. 110. N 2. P. 285–292. doi: 10.1067/mai.2002.126383
66. Engvall K., Norrby C., Norback D. Asthma symptoms in relation to building dampness and odour in older multifamily houses in Stockholm // *Int J Tuberc Lung Dis*. 2001. Vol. 5. N 5. P. 468–477.
67. Fisk W.J., Lei-Gomez Q., Mendell M.J. Meta-analyses of the associations of respiratory health effects with dampness and mold in homes // *Indoor Air*. 2007. Vol. 17. N 4. P. 284–296. doi: 10.1111/j.1600-0668.2007.00475.x
68. Tischer C.G., Hohmann C., Thiering E., et al. ENRIECO consortium. Meta-analysis of mould and dampness exposure on asthma and allergy in eight European birth cohorts: an ENRIECO initiative // *Allergy*. 2011. Vol. 66. N 12. P. 1570–1579. doi: 10.1111/j.1398-9995.2011.02712.x
69. Kercksmar C.M., Dearborn D.G., Schluchter M., et al. Reduction in asthma morbidity in children as a result of home remediation aimed at moisture sources // *Environ Health Perspect*. 2006. Vol. 114. N 10. P. 1574–1580. doi: 10.1289/ehp.8742
70. Dales R.E., Cakmak S., Burnett R.T., et al. Influence of ambient fungal spores on emergency visits for asthma to a regional children's hospital // *Am J Respir Crit Care Med*. 2000. Vol. 162. N 6. P. 2087–2090. doi: 10.1164/ajrccm.162.6.2001020
71. Aggarwal A.N., Chakrabarti A. Does climate mould the influence of mold on asthma? // *Lung India*. 2013. Vol. 30. N 4. P. 273–276. doi: 10.4103/0970-2113.120594

72. Dales R.E., Cakmak S., Judek S., et al. The role of fungal spores in thunderstorm asthma // *Chest*. 2003. Vol. 123. N 3. P. 745–750. doi: 10.1378/chest.123.3.745
73. Corden J.M., Millington W.M. The long-term trends and seasonal variation of the aeroallergen *Alternaria* in Derby, UK // *Aerobiologia*. 2001. Vol. 17. N 1. P. 127–136.
74. Wolf J., O'Neill N.R., Rogers C.A., et al. Elevated atmospheric carbon dioxide concentrations amplify *Alternaria alternata* sporulation and total antigen production // *Environ Health Perspect*. 2010. Vol. 118. N 9. P. 1223–1238. doi: 10.1289/ehp.0901867
75. World Health Organization and World Meteorological Organization. Atlas of Climate Change and Health. 2012 [доступ от 25.01.2012]. Доступно по: <http://www.who.int/global-change/publications/atlas/report/en/>
76. BBC News – In Pictures. Chile battles wildfires. 2012 [доступ от 25.01.2012]. Доступно по: www.bbc.co.uk/news/world-latin-america-16406681
77. News BBC. Australia fires leave trail of devastation near Perth. 2011 [доступ от 25.01.2012]. Доступно по: <http://www.bbc.com/news/world-asia-pacific-12378717>
78. Californian Department of Forestry and Fire Protection [доступ от 25.01.2012]. Доступно по: <http://www.fire.ca.gov/index.php>
79. Finlay S.E., Moffat A., Gazzard R., et al. Health impacts of wildfires // *PLoS Curr*. 2012. Vol. 4. P. e4f959951ccec2c. doi: 10.1371/4f959951ccec2c
80. Johnston F.H., Henderson S.B., Chen Y., et al. Estimated global mortality attributable to smoke from landscape fires // *Environ Health Perspect*. 2012. Vol. 120. N 5. P. 695–701. doi: 10.1289/ehp.1104422
1. *Report on the peculiarities of the climate in the territory of the Russian Federation for 2016*. Moscow: Rosgidromet; 2017. 70 p. (In Russ.).
2. World Health Organization (WHO) [cited 2012 Jan 25]. Available from: <https://www.who.int/ru>
3. World Allergy Organization (WAO), White Book on Allergy [cited 2012 Jan 25]. Available from: <https://www.worldallergy.org/wao-white-book-on-allergy>
4. Rodriguez A, Vaca M, Oviedo G, et al. Urbanisation is associated with prevalence of childhood asthma in diverse, small rural communities in Ecuador. *Thorax*. 2011;66(12):1043–1050. doi: 10.1136/thoraxjnl-2011-200225
5. Robinson CL, Baumann LM, Romero K, et al. Effect of urbanisation on asthma, allergy and airways inflammation in a developing country setting. *Thorax*. 2011;66(12):1051–1057. doi: 10.1136/thx.2011.158956
6. Elholm G, Linneberg A, Husemoen L, et al. The Danish urban-rural gradient of allergic sensitization and disease in adults. *Clin Exp Allergy*. 2016;46(1):103–111. doi: 10.1111/cea.12583
7. Ayres JG, Forberg B, Annesi-Maesano I, et al. Climate change and respiratory disease. European Respiratory Society position paper on behalf of the Environment & Human Health Committee. *Eur Respir J*. 2009;34(2):295–302. doi: 10.1183/09031936.00003409
8. D'AG E. Outdoor air pollution, climate and allergic respiratory diseases: evidence of a link. *Clin Exp Allergy*. 2002;32(10):1391–1393. doi: 10.1046/j.1365-2745.2002.01519.x
9. D'Amato G, Liccardi G. Allergenic pollen and urban air pollution in the Mediterranean area. *Allergy Clin Immunol Int*. 2003;15(2):73–78. doi: 10.1027/0838-1925.15.2.73
10. D'Amato G. Outdoor air pollution in urban areas and allergic respiratory diseases. *Monaldi Arch Chest Dis*. 1999;54(6):470–474.
11. D'Amato G, Cecchi L. Effects of climate change on environmental factors in respiratory allergic diseases. *Clin Exp Allergy*. 2008;38(8):1264–1274. doi: 10.1111/j.1365-2222.2008.03033.x
12. Devalia JL, Bayram H, Rusznak C, et al. Mechanisms of pollution-induced airways disease – in vitro studies in the upper and lower airways. *Allergy*. 1997;52 Suppl 38:45–51. doi: 10.1111/j.1398-9995.1997.tb04870.x
13. Bayram H, Devalia JL, Sapsford RJ, et al. The effect of diesel exhaust particles on cell function and release of inflammatory mediators from human bronchial epithelial cells in vitro. *Am J Respir Cell Mol Biol*. 1998;18(3):441–448. doi: 10.1165/ajrcmb.18.3.2882
14. Bayram H, Devalia JL, Khair OA, et al. Comparison of ciliary activity and inflammatory mediator release from bronchial epithelial cells of nonatopic nonasthmatic subjects and atopic asthmatic patients and the effect of diesel exhaust particles in vitro. *J Allergy Clin Immunol*. 1998;102(5):771–782. doi: 10.1016/s0091-6749(98)70017-x
15. Bayram H, Devalia JL, Khair OA, et al. Effect of loratadine on nitrogen dioxide (NO₂)-induced changes in electrical resistance and release of inflammatory mediators from cultured human bronchial epithelial cells. *J Allergy Clin Immunol*. 1999;104(1):93–99. doi: 10.1016/s0091-6749(99)70119-3
16. Bayram H, Rusznak C, Khair OA, et al. Effect of ozone and nitrogen dioxide on the permeability of bronchial epithelial cell cultures of non-asthmatic and asthmatic subjects. *Clin Exp Allergy*. 2002;32(9):1285–1292. doi: 10.1046/j.1365-2745.2002.01435.x
17. Beck I, Jochner S, Gilles S, et al. High environmental ozone levels lead to enhanced allergenicity of birch pollen. *PLoS One*. 2013;20(11):8–e80147. doi: 10.1371/journal.pone.0080147
18. Achakulwisut P, Brauer M, Hystad P, Anenberg S. Global, national, and urban burdens of paediatric asthma incidence attributable to ambient NO₂ pollution: estimates from global datasets. *Lancet Planetary Health*. 2019;3(4):e166–e178. doi: 10.1016/S2542-5196(19)30046-4
19. Perez L, Declercq C, Iñiguez C, et al. Chronic burden of near-roadway traffic pollution in 10 European cities (APHEKOM network). *Eur Respir J*. 2013;42(3):594–605. doi: 10.1183/09031936.00031112
20. D'Amato G, Cecchi L, Bonini S, et al. Allergenic pollen and pollen allergy in Europe. *Allergy*. 2007;62(9):976–990. doi: 10.1111/j.1398-9995.2007.01393.x
21. Cecchi L, Torrigiani Malaspina T, Albertini R, et al. The contribution of long-distance transport to the presence of Ambrosia pollen in central northern Italy. *Aerobiologia*. 2007;23(1):145–151.
22. Frenguelli G. Interactions between climatic changes and allergenic plants. *Monaldi Arch Chest Dis*. 2002;57(2):141–143.
23. Teranishi H, Katoh T, Kenda K, Hayashi S. Global warming and the earlier start of the Japanese-cedar (*Cryptomeria japonica*) pollen season in Toyama, Japan. *Aerobiologia*. 2006;22(1):91–95.
24. Beggs PJ. Impacts of climate change on aeroallergens: past and future. *Clin Exp Allergy*. 2004;34(10):1507–1513. doi: 10.1111/j.1365-2222.2004.02061.x
25. Cecchi L, D'Amato G, Ayers JG, et al. Projections of the effects of climate change on allergic asthma: the contribution of aerobiology. *Allergy*. 2010;65(9):1073–1081. doi: 10.1111/j.1398-9995.2010.02423.x
26. Ziello C, Sparks TH, Estrella N, et al. Changes to airborne pollen counts across Europe. *PLoS One*. 2012;7(4):e34076. doi: 10.1371/journal.pone.0034076
27. Knox RB. Grass pollen, thunderstorms and asthma. *Clin Exp Allergy*. 1993;23(5):354–356. doi: 10.1111/j.1365-2222.1993.tb00339.x

28. Packe GE, Ayres JG. Asthma outbreak during a thunderstorm. *Lancet*. 1985;2(8448):199–204. doi: 10.1016/s0140-6736(85)91510-7
29. Bellomo R, Gigliotti P, Treloar A, et al. Two consecutive thunderstorm associated epidemics of asthma in Melbourne. The possible role of rye grass pollen. *Med J Aust*. 1992;156(12):834–837.
30. Murray V, Venables K, Laing-Morton T, et al. Epidemic of asthma possibly related to thunderstorms. *BMJ*. 1994;309(6947):131–132. doi: 10.1136/bmj.309.6947.131c
31. Wallis DN, Davidson AC, Welch J. Clinical and immunological characteristics of patients with thunderstorm asthma. *Eur Respir J*. 1995;8 Suppl:500.
32. Davidson AC, Emberlin J, Cook AD, Venables KM. Thames region accident and emergency trainees association. A major outbreak of asthma associated with a thunderstorm. *BMJ*. 1996;312(7031):601–604. doi: 10.1136/bmj.312.7031.601
33. Celenza A, Fothergill J, Kupek E, Shaw RJ. Thunderstorm associated asthma: a detailed analysis of environmental factors. *BMJ*. 1996;312(7031):604–607. doi: 10.1136/bmj.312.7031.604
34. Bauman A. Asthma associated with thunderstorm. *BMJ*. 1996;312(7031):590–591. doi: 10.1136/bmj.312.7031.590
35. Venables KM, Allitt U, Collier CG, et al. Thunderstorm-related asthma – epidemic of 24/25 June 1994. *Clin Exp Allergy*. 1997;27(7):725–736.
36. Newson R, Strachan D, Archibald E, et al. Effect of thunderstorms and airborne grass pollen on the incidence of acute asthma in England, 1990–1994. *Thorax*. 1997;52(8):680–685. doi: 10.1136/thx.52.8.680
37. Antò JM, Sunyer J. Thunderstorms: a risk factor for asthma attacks. *Thorax*. 1997;52(8):669–670. doi: 10.1136/thx.52.8.669
38. Newson R, Strachan D, Archibald E, et al. Acute asthma epidemics, weather and pollen in England, 1987–1994. *Eur Resp J*. 1998;11(3):694–701.
39. Girgis ST, Marks GB, Downs SH, et al. Thunderstorm-associated asthma in an inland town in southeastern Australia. Who is at risk? *Eur Resp J*. 2000;16(1):3–8. doi: 10.1034/j.1399-3003.2000.16a02.x
40. Marks GB, Colquhoun JR, Girgis ST, et al. Thunderstorm outflows preceding epidemics of asthma during spring and summer. *Thorax*. 2001;56(6):468–471. doi: 10.1136/thorax.56.6.468
41. D'Amato G, Liccardi G, Gilder JA, et al. Thunderstorm-associated asthma in pollinosis patients. *BMJ*. 1994;309(1):131.
42. Wardman AE, Stefani D, MacDonald JC. Thunderstorm-associated asthma or shortness of breath epidemic: a Canadian case report. *Can Respir J*. 2002;9(4):267–270. doi: 10.1155/2002/728257
43. Rosas I, McCartney HA, Payne RW, et al. Analysis of the relationship between environmental factors (aeroallergens, air pollution and weather) and asthma emergency admissions to a hospital Mexico City. *Allergy*. 1998;53(4):394–401. doi: 10.1111/j.1398-9995.1998.tb03911.x
44. D'Amato G, Spiekma FT, Liccardi G, et al. Pollen-related allergy in Europe. *Allergy*. 1998;53(6):567–578. doi: 10.1111/j.1398-9995.1998.tb03932.x
45. D'Amato G, Rottem M, Dahl R, et al. Annesi-maesano and the WAO special committee on climate change and allergy. Climate change, migration and allergic respiratory diseases: an update for the allergist. *World Allergy Organ J*. 2011;4(7):120–125. doi: 10.1097/WOX.0b013e3182260a57
46. Tanaka TY, Chiba M. A numerical study of the contributions of dust source regions to the global dust budget. *Glob Planet Chang*. 2006;52(1):88–104.
47. Smith KR, Corvalán CF, Kjellström T. How much global ill health is attributable to environmental factors? *Epidemiology*. 1999;10(5):573–584.
48. Romieu I, Samet JM, Smith KR, Bruce N. Outdoor air pollution and acute respiratory infections among children in developing countries. *J Occ Environ Med*. 2002;44(7):640–649. doi: 10.1097/00043764-200207000-00010
49. Wilfong ER, Lyles M, Rietcheck RL, et al. The acute and long-term effects of Middle East sand particles on the rat airway following a single intratracheal instillation. *J Toxicol Environ Health A*. 2011;74(20):1351–1365. doi: 10.1080/15287394.2010.516239
50. Englebrecth JP, McDonald EV, Gillies JA, et al. Characterizing mineral dusts and other aerosols from the Middle East – Part 2: Grab samples and re-suspensions. *Inhal Toxicol*. 2009;21(4):327–336. doi: 10.1080/08958370802464299
51. Baldasano JM, Valera E, Jimenez P. Air quality data from large cities. *Sci Total Environ*. 2003;307(1–3):141–165. doi: 10.1016/S0048-9697(02)00537-5
52. Gunawardena J, Ziyath AM, Bostrom TE, et al. Characterisation of atmospheric deposited particles during a dust storm in urban areas of Eastern Australia. *Sci Total Environ*. 2013;461–462:72–80. doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.04.080
53. Al-Hurban AE, Al-Ostad AN. Textural characteristics of dust fallout and potential effects on public health in Kuwait City and suburbs during March 2006 – February 2007. *Environ Earth Sci*. 2010;60(1):169–181.
54. Lyles MB. Medical geology: Dust exposure and potential health risks in the Middle East. In: Ragaini R, editor. *International Seminar on Nuclear War and Planetary Emergencies – 42nd Session*. 497–502. doi: 10.1142/9789814327503_0045
55. Chen PS, Tsai FT, Lin CK, et al. Ambient influenza and avian influenza virus during dust storm days and background days. *Environ Health Perspect*. 2010;118(9):1211–1216. doi: 10.1289/ehp.0901782
56. Yeo NK, Hwang YJ, Kim ST, et al. Asian sand dust enhances rhinovirus-induced cytokine secretion and viral replication in human nasal epithelial cells. *Inhal Toxicol*. 2010;22(12):1038–1045. doi: 10.3109/08958378.2010.516282
57. Institute of Medicine (US) Committee on Damp Indoor Spaces and Health. *Damp indoor spaces and health*. Washington, DC: The National Academies Press; 2004.
58. Mendell MJ, Mirer AG, Cheung K, et al. Respiratory and allergic health effects of dampness, mold, and dampness-related agents: a review of the epidemiologic evidence. *Environ Health Perspect*. 2011;119(6):748–756. doi: 10.1289/ehp.1002410
59. Fisk WJ, Eliseeva EA, Mendell MJ. Association of residential dampness and mold with respiratory tract infections and bronchitis: a meta-analysis. *Environ Health*. 2010;9:72. doi: 10.1186/1476-069X-9-72
60. Shenassa ED, Daskalakis C, Liebhaber A, et al. Dampness and mold in the home and depression: an examination of mold-related illness and perceived control of one's home as possible depression pathways. *Am J Public Health*. 2007;97(10):1893–1899. doi: 10.2105/AJPH.2006.093773
61. Atkinson TP. Is asthma an infectious disease? New evidence. *Curr Allergy Asthma Rep*. 2013;13(6):702–709. doi: 10.1007/s11882-013-0390-8
62. Douwes J, Brooks C, Pearce N. Asthma nervosa: old concept, new insights. *Eur Respir J*. 2011;37(5):986–990. doi: 10.1183/09031936.00018511
63. Nafstad P, Oie L, Mehl R, et al. Residential dampness problems and symptoms and signs of bronchial obstruction in young Norwegian children. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998;157(2):410–414. doi: 10.1164/ajrccm.157.2.9706033
64. Andriessen JW, Brunekreef B, Roemer W. Home dampness and respiratory health status in European children. *Clin Exp Allergy*. 1998;28(10):1191–1200.
65. Zock JP, Jarvis D, Luczynska C, et al. European community respiratory health survey. Housing characteristics, reported mold exposure, and asthma in the European community respiratory health survey. *J Allergy Clin Immunol*. 2002;110(2):285–292. doi: 10.1067/mai.2002.126383

66. Engvall K, Norrby C, Norback D. Asthma symptoms in relation to building dampness and odour in older multifamily houses in Stockholm. *Int J Tuberc Lung Dis*. 2001;5(5):468–477.
67. Fisk WJ, Lei-Gomez Q, Mendell MJ. Meta-analyses of the associations of respiratory health effects with dampness and mold in homes. *Indoor Air*. 2007;17(4):284–296. doi: 10.1111/j.1600-0668.2007.00475.x
68. Tischer CG, Hohmann C, Thiering E, et al. ENRIECO consortium. Meta-analysis of mould and dampness exposure on asthma and allergy in eight European birth cohorts: an ENRIECO initiative. *Allergy*. 2011;66(12):1570–1579. doi: 10.1111/j.1398-9995.2011.02712.x
69. Kercsmar CM, Dearborn DG, Schluchter M, et al. Reduction in asthma morbidity in children as a result of home remediation aimed at moisture sources. *Environ Health Perspect*. 2006;114(10):1574–1580. doi: 10.1289/ehp.8742
70. Dales RE, Cakmak S, Burnett RT, et al. Influence of ambient fungal spores on emergency visits for asthma to a regional children's hospital. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000;162(6):2087–2090. doi: 10.1164/ajrccm.162.6.2001020
71. Aggarwal AN, Chakrabarti A. Does climate mould the influence of mold on asthma? *Lung India*. 2013;30(4):273–276. doi: 10.4103/0970-2113.120594
72. Dales RE, Cakmak S, Judek S, et al. The role of fungal spores in thunderstorm asthma. *Chest*. 2003;123(3):745–750. doi: 10.1378/chest.123.3.745
73. Corden JM, Millington WM. The long-term trends and seasonal variation of the aeroallergen *Alternaria* in Derby, UK. *Aerobiologia*. 2001;17(1):127–136.
74. Wolf J, O'Neill NR, Rogers CA, et al. Elevated atmospheric carbon dioxide concentrations amplify *Alternaria alternata* sporulation and total antigen production. *Environ Health Perspect*. 2010;118(9):1223–1238. doi: 10.1289/ehp.0901867
75. World Health Organization and World Meteorological Organization. Atlas of Climate Change and Health. 2012 [cited 2012 Jan 25]. Available from: <http://www.who.int/globalchange/publications/atlas/report/en/>
76. BBC News – In Pictures. Chile battles wildfires. 2012 [cited 2012 Jan 25]. Available from: www.bbc.co.uk/news/world-latin-america-16406681
77. News BBC. Australia fires leave trail of devastation near Perth. 2011 [cited 2012 Jan 25]. Available from: <http://www.bbc.com/news/world-asia-pacific-12378717>
78. Californian Department of Forestry and Fire Protection [cited 2012 Jan 25]. Available from: <http://www.fire.ca.gov/index.php>
79. Finlay SE, Moffat A, Gazzard R, et al. Health impacts of wildfires. *PLoS Curr*. 2012;4:e4f959951cce2c. doi: 10.1371/4f959951cce2c
80. Johnston FH, Henderson SB, Chen Y, et al. Estimated global mortality attributable to smoke from landscape fires. *Environ Health Perspect*. 2012;120(5):695–701. doi: 10.1289/ehp.1104422

Информация об авторе / Information about the author

Назарова Евгения Валерьевна, заведующая отделением госпитализации ФГБУ «ГНЦ Институт иммунологии» ФМБА России, кандидат медицинских наук.
Адрес: Российская Федерация, 115522, г. Москва, Каширское ш., д. 24.
E-mail: evallergo@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0380-6205>

Evgeniya V. Nazarova, Head of the Department of Hospitalization of NRC Institute of Immunology FMBA of Russia, Moscow, MD, PhD
Address: 24, Kashirskoe shosse, Moscow, 115522, Russian Federation
E-mail: evallergo@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0380-6205>

Информация об источниках финансирования

Поисково-аналитическая работа не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Автор декларирует отсутствие конфликта интересов, связанного с публикацией настоящей статьи.

Funding information

The publication had no sponsorship.

Conflict of interest

The author has no conflict of interest to disclose in relation to this article.