

АЛЛЕРГОЛОГИЯ И ИММУНОЛОГИЯ/ALLERGOLOGY AND IMMUNOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.154.75>

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА НА РАЗВИТИЕ РЕСПИРАТОРНОЙ АЛЛЕРГИИ И АСТМЫ: ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Научная статья

Маслянинова А.Е.^{1,*}, Абдурахманова М.А.², Ширяева М.С.³, Мухтарова А.С.⁴, Бадмаева А.А.⁵, Сайпуллаев Ч.С.⁶, Габовахова Н.Г.⁷, Нурадинова Э.Г.⁸, Евлоева А.М.⁹, Раджабова И.М.¹⁰

¹ ORCID : 0000-0003-0908-950X;

² ORCID : 0009-0008-5744-9008;

³ ORCID : 0009-0004-7623-4484;

⁴ ORCID : 0009-0004-5131-1930;

⁵ ORCID : 0009-0000-9354-3298;

⁶ ORCID : 0009-0000-1858-2430;

⁷ ORCID : 0009-0009-5836-1574;

⁸ ORCID : 0009-0000-9906-4861;

⁹ ORCID : 0009-0003-7845-8951;

¹⁰ ORCID : 0009-0003-1118-6699;

¹ Детская городская поликлиника №4, Астрахань, Российская Федерация

2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (anna30med[at]yandex.ru)

Аннотация

Изменения климата и загрязнение воздуха становятся важными факторами, влияющими на здоровье человека, особенно на развитие респираторной аллергии, включая астму. В статье рассматривается воздействие климатических изменений, таких как повышение температуры и изменяющаяся продолжительность сезона цветения растений, на увеличение концентрации аллергенов, таких как пыльца. Установлено, что эти факторы способствуют росту заболеваемости респираторными заболеваниями, включая астму, особенно в урбанизированных районах с высоким уровнем загрязнения воздуха. Также описаны синергетические эффекты климатических изменений и загрязнения, усугубляющие аллергические реакции. Основное внимание уделяется влиянию загрязнителей, таких как твердые частицы и озон, а также изменениям в фенологии растительности, увеличивающим сезон пыльцы. Результаты подчеркивают необходимость дальнейших исследований для разработки эффективных профилактических и терапевтических стратегий.

Ключевые слова: климатические изменения, респираторная аллергия, астма, загрязнение воздуха, пыльца, синергетическое воздействие.

IMPACT OF CLIMATE CHANGE AND AIR POLLUTION ON RESPIRATORY ALLERGY AND ASTHMA: PHENOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL ASPECTS

Research article

Maslyaninova A.Y.^{1,*}, Abdurakhmanova M.A.², Shiryaeva M.S.³, Mukhtarova A.S.⁴, Badmaeva A.A.⁵, Saipullaev C.S.⁶, Gabovakhova N.G.⁷, Nuradinova E.G.⁸, Yevloeva A.M.⁹, Radzhabova I.M.¹⁰

¹ ORCID : 0000-0003-0908-950X;

² ORCID : 0009-0008-5744-9008;

³ ORCID : 0009-0004-7623-4484;

⁴ ORCID : 0009-0004-5131-1930;

⁵ ORCID : 0009-0000-9354-3298;

⁶ ORCID : 0009-0000-1858-2430;

⁷ ORCID : 0009-0009-5836-1574;

⁸ ORCID : 0009-0000-9906-4861;

⁹ ORCID : 0009-0003-7845-8951;

¹⁰ ORCID : 0009-0003-1118-6699;

¹ Children's City Clinic № 4, Astrakhan, Russian Federation

2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russian Federation

* Corresponding author (anna30med[at]yandex.ru)

Abstract

Climate change and air pollution are becoming important factors affecting human health, especially the development of respiratory allergies, including asthma. This article examines the impact of climate change, such as rising temperatures and the changing duration of the flowering season, on increasing concentrations of allergens such as pollen. These factors are found to contribute to the increased incidence of respiratory diseases, including asthma, especially in urbanized areas with high levels of air pollution. Synergistic effects of climate change and pollution that exacerbate allergic reactions are also described. The focus is on the effects of pollutants such as particulate matter and ozone, as well as changes in vegetation phenology that increase the

pollen season. The results emphasize the necessity of further research to develop effective preventive and therapeutic strategies.

Keywords: climate change, respiratory allergy, asthma, air pollution, pollen, synergistic effects.

Введение

В последние десятилетия наблюдается значительное изменение климата, которое оказывает влияние на глобальное потепление, экосистемы и биосферу в целом. Эти изменения, обусловленные преимущественно антропогенной деятельностью, становятся одной из главных угроз для здоровья человека, в том числе для заболеваемости респираторными заболеваниями [1], [2], [3].

В частности, изменения климата и окружающей среды способствуют росту заболеваемости респираторной аллергией, включая астму. Несмотря на наличие некоторых данных, посвященных влиянию климатических факторов на эти заболевания, все еще существует множество невыясненных вопросов, что обуславливает необходимость проведения дальнейших исследований [3].

Респираторная аллергия, особенно бронхиальная астма, является одним из самых распространенных заболеваний, связанных с воздействием факторов окружающей среды. Многочисленные эпидемиологические исследования показали, что урбанизация, высокий уровень загрязнения воздуха, а также изменения, происходящие в метеорологических условиях, имеют прямую связь с повышением частоты аллергических заболеваний. Городские районы, с их высоким уровнем выбросов транспортных средств, а также типичный для западных стран образ жизни, имеют более высокий уровень заболеваемости астмой и респираторными аллергиями по сравнению с сельскими регионами [4].

Тем не менее до сих пор остаются трудности в точной оценке влияния загрязнения воздуха и климатических изменений на распространность астмы и другие аллергические заболевания. Это связано с тем, что различные климатические факторы, такие как температура, влажность, скорость ветра, могут оказывать как прямое, так и косвенное влияние на концентрацию аллергенов и загрязняющих веществ в атмосфере [5].

Воздействие этих факторов на биологические и химические компоненты окружающей среды увеличивает количество аллергенов, таких как пыльца, что, в свою очередь, может способствовать развитию аллергического воспаления дыхательных путей. Одним из наиболее ярких примеров является аллергия на пыльцу, которая активно используется для исследования связи между климатическими изменениями, загрязнением воздуха и респираторными заболеваниями. В последние десятилетия мы наблюдаем усиление реакции IgE на аэроаллергены, что способствует увеличению частоты аллергических заболеваний и астмы, особенно среди людей с атопией [6].

Таким образом, изменения климата и окружающей среды оказывают существенное влияние на здоровье, приводя к росту заболеваемости респираторными аллергиями и астмой. Необходимость дальнейших исследований для более глубокого понимания этих взаимосвязей, а также активизация информационно-пропагандистской работы среди медицинских и научных сообществ, становятся важнейшими задачами для разработки эффективных профилактических и терапевтических стратегий в борьбе с аллергическими заболеваниями, особенно в условиях глобальных климатических изменений.

Цель исследования: провести системный анализ научных публикаций отечественных и зарубежных авторов, посвященных изучению воздействия изменений климата на развитие респираторной аллергии, в том числе астмы, с фокусом на взаимосвязь между климатическими факторами, изменениями в фенологии растительности и уровнями загрязнения воздуха.

Для выполнения обзора был произведен системный анализ научных публикаций отечественных и зарубежных авторов на ресурсах PubMed, Medline, eLibrary за 2000–2024 гг., посвященных изучению воздействия изменений климата на развитие респираторной аллергии.

Основные результаты

Изучение воздействия изменений климата на развитие респираторной аллергии, в том числе астмы, требует комплексного подхода, поскольку аллергические респираторные заболевания являются результатом взаимодействия различных факторов окружающей среды и иммунной системы человека. В последние годы увеличилось количество данных, подтверждающих взаимосвязь между климатическими изменениями и частотой обострений аллергий, особенно респираторных заболеваний. Однако, несмотря на нарастающие доказательства этой связи, вопросы, касающиеся конкретных механизмов и долгосрочных эффектов, остаются недостаточно изученными [7], [8].

2.1. Изменения в фенологии и сезонах пыльцы

Одним из наиболее заметных последствий глобального потепления является изменение фенологических процессов, таких как начало и продолжительность сезона цветения растений, которые напрямую связаны с производством пыльцы — одного из основных аллергенов. Согласно данным 30-летних наблюдений Международной сети фенологических садов, зафиксировано значительное ускорение весенних явлений, что проявляется в более раннем начале сезона цветения. В частности, среднее начало весеннего цветения в регионах Западной Европы ускорилось на 6 дней. В то же время на восточной границе Европы наблюдаются противоположные тенденции — фазы цветения начинаются на 1–2 недели позже [9].

Эти изменения объясняются как повышением средней температуры, так и изменением климатических условий, таких как продолжительность зимних периодов, что влияет на начало роста растений и, соответственно, на начало сезона пыльцы. Кроме того, продолжительность сезона пыльцы значительно увеличилась, особенно для поздноцветущих видов растений. Это означает, что в течение года количество аллергенов в воздухе остается высоким на протяжении более длительного времени, что приводит к увеличению случаев аллергических заболеваний и астматических обострений [10].

2.2. Влияние загрязнения воздуха на респираторные заболевания

Загрязнение воздуха оказывает значительное воздействие на здоровье органов дыхания, являясь одним из основных факторов риска по всему миру. Вдыхание загрязненного воздуха связано с развитием респираторных заболеваний, включая астму, а также с ухудшением состояния у пациентов с уже существующими заболеваниями. Загрязнение воздуха может привести к прямому повреждению клеток и активации внутриклеточных сигнальных путей, чувствительных к окислительному стрессу [11].

Основными загрязнителями являются твердые частицы, выхлопные газы и озон. Мелкие и ультрадисперсные частицы могут проникать в альвеолы и попадать в кровоток, распространяясь по организму. Эти частицы играют ключевую роль в воспалении дыхательных путей и ухудшении иммунного статуса.

Загрязнение воздуха связано с увеличением частоты астматических приступов, госпитализаций и смертей. Влияние таких загрязнителей, как диоксид азота и PM2,5, на развитие легких в молодом возрасте повышает риск хронических заболеваний в будущем, включая астму и ХОБЛ. Озон, являющийся мощным окислителем, вызывает повреждение дыхательных путей и усугубляет респираторные заболевания [12].

Климатические изменения могут усилить последствия загрязнения воздуха, изменяя выбросы загрязнителей и их распространение. Повышение температуры может способствовать увеличению концентрации озона, что усиливает респираторные заболевания. Изменения в фенологии растений могут привести к увеличению сезона пыльцы, что также влияет на аллергические заболевания.

Загрязнение воздуха внутри помещений, вызванное табачным дымом, химическими веществами и плесневыми грибами, связано с повышенным риском астмы и других заболеваний. Диоксид азота, твердые частицы и формальдегид оказывают краткосрочное и долгосрочное воздействие на здоровье. Табачный дым остается одним из наиболее опасных загрязнителей [13].

2.3. Синергетическое воздействие климатических изменений и загрязнения

Представленные данные указывают на то, что повышение концентрации аллергенов и загрязняющих веществ в атмосфере действует синергетически, что усиливает аллергическую реакцию и способствует росту числа заболеваний.

Одним из ярких примеров синергетического воздействия является повышение концентрации атмосферных загрязнителей, таких как диоксид углерода (CO_2), диоксид азота (NO_2), озон и твердые частицы (PM10 и PM2.5), в условиях глобального потепления. Повышение температуры способствует увеличению интенсивности химических реакций в атмосфере, что может приводить к усилению образования вторичных загрязнителей, таких как озон, который оказывает токсическое влияние на дыхательную систему человека. На фоне изменений климата увеличение частоты и продолжительности экстремальных температурных явлений способствует большему накоплению загрязняющих веществ в атмосфере, что, в свою очередь, ухудшает качество воздуха, создавая угрозу для здоровья людей, особенно в урбанизированных районах. Кроме того, изменение климата и повышение температуры приводят к более интенсивному росту растений и увеличению их пыльцы, в то время как одновременное увеличение загрязнения воздуха ухудшает способность организма справляться с аллергическими возбудителями. Это взаимодействие может оказать существенное влияние на здоровье в будущем, поскольку оба эти фактора — как повышение уровня аллергенов, так и загрязнение — предсказываются как усиливающиеся в течение следующего столетия [14].

2.4. Прогнозируемые изменения в экосистемах и их влияние на аллергены

Влияние климатических изменений на растительность также затронет репродуктивные системы растений и грибов, что приведет к изменениям в сроках, производстве и распространении аэроаллергенов. Повышенные температуры и изменяющиеся погодные условия будут способствовать не только увеличению продолжительности сезона цветения, но и возможному размножению новых видов сорняков, которые могут быть сильными аллергенами [15], [16].

Ожидается, что растения, такие как амброзия, которая уже является причиной аллергий в некоторых регионах как России, так и всего мира, может расширить свой ареал в условиях глобального потепления. Эти изменения будут варьироваться в зависимости от региона, поскольку различные зоны подвергаются различным климатическим воздействиям, включая разницу в уровне ультрафиолетового излучения и осадков, что может существенно повлиять на характер и интенсивность аллергических заболеваний.

Важным фактором, влияющим на распространение аллергенов, является изменение влажности и осадков. В регионах с повышенной влажностью увеличивается активность плесневых грибов, которые являются важными аллергенами, особенно в осенний и зимний период. Повышенная влажность и изменение температурных режимов создают условия для расширения ареала и увеличения концентрации грибов в окружающей среде, что ведет к росту заболеваемости аллергическими заболеваниями, связанными с плесневыми спорами (аллергический ринит, бронхиальная астма, аллергический трахеит и т.д.) [17].

Заключение

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что изменения климата и загрязнение воздуха будут усиливать аллергические реакции и обострения астмы, что обусловлено как увеличением продолжительности и интенсивности сезона пыльцы, так и ухудшением качества воздуха. Важно отметить, что синергетическое воздействие этих факторов может привести к значительному увеличению заболеваемости и ухудшению качества жизни людей, страдающих от респираторных заболеваний.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Левкова Е.А., Российский университет дружбы народов имени Патрика Лумумбы, Москва Российская Федерация
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.154.75.1>

Conflict of Interest

None declared.

Review

Levkova E.A., Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow Russian Federation
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.154.75.1>

Список литературы / References

1. Ayres J.G. Climate change and respiratory disease: European Respiratory Society position statement on behalf of the Environment & Human Health Committee / J.G. Ayres, B. Forberg, I. Annesi-Maesano [et al.] // European Respiratory Journal. — 2009. — Vol. 34. — P. 295–302.
2. Kovats R.S. Heat stress and public health: a critical review / R.S. Kovats, S. Hajat // Annual Review of Public Health. — 2008. — Vol. 29. — P. 41–55.
3. D'Amato G. Meteorological conditions, climate change, new emerging factors, and asthma and related allergic disorders: A statement of the World Allergy Organization / G. D'Amato, S.T. Holgate, R. Pawankar // World Allergy Organization Journal. — 2015. — Vol. 8. — № 1. — P. 25.
4. Фатхутдинова Л.М. Загрязнение атмосферного воздуха взвешенными частицами как фактор риска развития бронхиальной астмы / Л.М. Фатхутдинова, Е.А. Тафеева, Г.А. Тимербулатова [и др.] // Здоровье человека в XXI веке: сборник научных статей. — 2020. — С. 230–233.
5. Viegi G. Epidemiology of chronic obstructive pulmonary disease: health effects of air pollution / G. Viegi, S. Maio, F. Pistelli [et al.] // Respirology. — 2006. — Vol. 11. — № 5. — P. 523–532.
6. D'Amato G. Outdoor air pollution, climatic changes and allergic bronchial asthma / G. D'Amato, G. Liccardi, M. D'Amato [et al.] // European Respiratory Journal. — 2002. — Vol. 20. — № 3. — P. 763–776.
7. D'Amato G. Allergenic pollen and pollen allergy in Europe / G. D'Amato, L. Cecchi, S. Bonini [et al.] // Allergy. — 2007. — Vol. 62. — P. 976–990.
8. Дзержинская Н.А. Заболеваемость астмой и астматическим статусом у детей в условиях загрязнения атмосферного воздуха / Н.А. Дзержинская, А.В. Гиндюк, Л.Л. Гиндюк [и др.] // Актуальные вопросы гигиены: электронный сборник научных трудов V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. — Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова, 2020. — С. 69–75.
9. Wayne P. Production of allergenic pollen by ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) is increased in CO₂-enriched atmospheres / P. Wayne, S. Foster, J. Connolly [et al.] // Annals of Allergy, Asthma & Immunology. — 2002. — Vol. 88. — P. 279–282.
10. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2016 год. — Москва : Росгидромет, 2017. — 70 с.
11. Веремчук Л.В. Методология оценки влияния загрязнения атмосферного воздуха на формирование уровней общей заболеваемости бронхиальной астмой / Л.В. Веремчук, Н.А. Черпак, Т.А. Гвозденко [и др.] // Гигиена и санитария. — 2015.
12. Ананьев В.Ю. Оценка влияния атмосферного воздуха на здоровье населения Владивостока и ее особенности / В.Ю. Ананьев, Д.С. Жигаев, Л.В. Кислицина [и др.] // Здоровье. Медицинская экология. Наука. — 2012. — Т. 49. — № 3–4. — С. 79–82.
13. Шамсияров Н.Н. Количественная оценка влияния загрязнителей атмосферного воздуха на заболеваемость детей острыми респираторными инфекциями верхних дыхательных путей / Н.Н. Шамсияров, К.А. Галеев, Р.Ф. Хакимова [и др.] // Гигиена и санитария. — 2002. — № 4. — С. 11–13.
14. Yorgancioglu A. The Global Alliance against Respiratory Diseases (GARD) country report / A. Yorgancioglu, A.A. Cruz, J. Bousquet [et al.] // Primary Care Respiratory Journal. — 2014. — Vol. 23. — № 1. — P. 98–101.
15. Nel A.E. The role of particulate pollutants in pulmonary inflammation and asthma: evidence for the involvement of organic chemicals and oxidative stress / A.E. Nel, D. Diaz-Sanchez, N. Li // Current Opinion in Pulmonary Medicine. — 2001. — Vol. 7. — P. 20–26.
16. Bayram H. Regulation of human lung epithelial cell numbers by diesel exhaust particles / H. Bayram, K. Ito, R. Issa [et al.] // European Respiratory Journal. — 2006. — Vol. 27. — P. 705–713.
17. Bayram H. Effect of serum on diesel exhaust particles (DEP)-induced apoptosis of airway epithelial cells in vitro / H. Bayram, F. Fakili, B. Gögebakan [et al.] // Toxicology Letters. — 2013. — Vol. 218. — P. 215–223.
18. Безрукова Д.А. Распространенность аллергических заболеваний у детей и подростков, проживающих в условиях йодного дефицита и антропогенного загрязнения атмосферы / Д.А. Безрукова, А.А. Джумагазиев, А.Б. Мясищева [и др.] // Экология человека. — 2009. — № 8.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Ayres J.G. Climate change and respiratory disease: European Respiratory Society position statement on behalf of the Environment & Human Health Committee / J.G. Ayres, B. Forberg, I. Annesi-Maesano [et al.] // European Respiratory Journal. — 2009. — Vol. 34. — P. 295–302.
2. Kovats R.S. Heat stress and public health: a critical review / R.S. Kovats, S. Hajat // Annual Review of Public Health. — 2008. — Vol. 29. — P. 41–55.

3. D'Amato G. Meteorological conditions, climate change, new emerging factors, and asthma and related allergic disorders: A statement of the World Allergy Organization / G. D'Amato, S.T. Holgate, R. Pawankar // World Allergy Organization Journal. — 2015. — Vol. 8. — № 1. — P. 25.
4. Fathutdinova L.M. Zagruznenie atmosfernogo vozduha vzveshennymi chasticami kak faktor riska razvitiya bronhial'noj astmy [Atmospheric air pollution by suspended particles as a risk factor for the development of bronchial asthma] / L.M. Fathutdinova, E.A. Tafeeva, G.A. Timerbulatova [et al.] // Zdorov'e cheloveka v XXI veke: sbornik nauchnyh statej [Human Health in the XXI century: a collection of scientific articles]. — 2020. — P. 230–233. [in Russian]
5. Viegi G. Epidemiology of chronic obstructive pulmonary disease: health effects of air pollution / G. Viegi, S. Maio, F. Pistelli [et al.] // Respirology. — 2006. — Vol. 11. — № 5. — P. 523–532.
6. D'Amato G. Outdoor air pollution, climatic changes and allergic bronchial asthma / G. D'Amato, G. Liccardi, M. D'Amato [et al.] // European Respiratory Journal. — 2002. — Vol. 20. — № 3. — P. 763–776.
7. D'Amato G. Allergenic pollen and pollen allergy in Europe / G. D'Amato, L. Cecchi, S. Bonini [et al.] // Allergy. — 2007. — Vol. 62. — P. 976–990.
8. Dzerzhinskaja N.A. Zabolevaemost' astmoj i astmatischeskim statusom u detej v uslovijah zagruznenija atmosfernogo vozduha [Incidence of asthma and asthmatic status in children under conditions of atmospheric air pollution] / N.A. Dzerzhinskaja, A.V. Gindjuk, L.L. Gindjuk [et al.] // Aktual'nye voprosy gigienny: jektronnyj sbornik nauchnyh trudov V Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem [Topical issues of hygiene: electronic collection of scientific papers of the V All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation]. — I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, 2020. — P. 69–75. [in Russian]
9. Wayne P. Production of allergenic pollen by ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) is increased in CO₂-enriched atmospheres / P. Wayne, S. Foster, J. Connolly [et al.] // Annals of Allergy, Asthma & Immunology. — 2002. — Vol. 88. — P. 279–282.
10. Doklad ob osobennostyah klimata na territorii Rossiijskoj Federacii za 2016 god [Report on Climate Specifics on the Territory of the Russian Federation for 2016]. — Moscow : Rosgidromet, 2017. — 70 p. [in Russian]
11. Veremchuk L.V. Metodologija ocenki vlijanija zagruznenija atmosfernogo vozduha na formirovanie urovnej obshhej zabolevaemosti bronhial'noj astmoj [Methodology for assessing the impact of atmospheric air pollution on the formation of general morbidity levels of bronchial asthma] / L.V. Veremchuk, N.A. Cherpak, T.A. Gvozdenko [et al.] // Gigiena i sanitarija [Hygiene and Sanitation]. — 2015. [in Russian]
12. Anan'ev V.Ju. Ocenka vlijanija atmosfernogo vozduha na zdorov'e naselenija Vladivostoka i ee osobennosti [Assessment of atmospheric air impact on the health of Vladivostok population and its features] / V.Ju. Anan'ev, D.S. Zhigaev, L.V. Kislicina [et al.] // Zdorov'e. Medicinskaja jekologija. Nauka [Health. Medical ecology. Science]. — 2012. — Vol. 49. — № 3–4. — P. 79–82. [in Russian]
13. Shamsijarov N.N. Kolichestvennaja ocenka vlijanija zagruznitelej atmosfernogo vozduha na zabolevaemost' detej ostrymi respiratornymi infekcijami verhnih dyhatel'nyh putej [Quantitative assessment of the influence of atmospheric air pollutants on the morbidity of children with acute respiratory infections of the upper respiratory tract] / N.N. Shamsijarov, K.A. Galeev, R.F. Hakimova [et al.] // Gigiena i sanitarija [Hygiene and Sanitation]. — 2002. — № 4. — P. 11–13. [in Russian]
14. Yorgancioglu A. The Global Alliance against Respiratory Diseases (GARD) country report / A. Yorgancioglu, A.A. Cruz, J. Bousquet [et al.] // Primary Care Respiratory Journal. — 2014. — Vol. 23. — № 1. — P. 98–101.
15. Nel A.E. The role of particulate pollutants in pulmonary inflammation and asthma: evidence for the involvement of organic chemicals and oxidative stress / A.E. Nel, D. Diaz-Sanchez, N. Li // Current Opinion in Pulmonary Medicine. — 2001. — Vol. 7. — P. 20–26.
16. Bayram H. Regulation of human lung epithelial cell numbers by diesel exhaust particles / H. Bayram, K. Ito, R. Issa [et al.] // European Respiratory Journal. — 2006. — Vol. 27. — P. 705–713.
17. Bayram H. Effect of serum on diesel exhaust particles (DEP)-induced apoptosis of airway epithelial cells in vitro / H. Bayram, F. Fakili, B. Gögebakan [et al.] // Toxicology Letters. — 2013. — Vol. 218. — P. 215–223.
18. Bezrukova D.A. Rasprostranennost' allergicheskikh zabolevanij u detej i podrostkov, prozhivajushhih v uslovijah jodnogo deficita i antropogenного zagruznenija atmosfery [Prevalence of allergic diseases in children and adolescents living in conditions of iodine deficiency and anthropogenic atmospheric pollution] / D.A. Bezrukova, A.A. Dzhumagaziev, A.B. Mjasishheva [et al.] // Jekologija cheloveka [Human Ecology]. — 2009. — № 8. [in Russian]