УДК 614.715+613.633(477.61/62)
DOI 10.24412/2312-2935-2026-3-121-134

ГИГИЕНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УРОВНЕЙ И ДИНАМИКИ АТМОСФЕРНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ В ГОРОДАХ ДОНБАССА

С.В. Грищенко[1], Е.Д. Зяблицев[1], И.Н. Басенко[2], Е.Ф. Миненко[1], С.С. Праводелов[1]

[1]ФГБОУ ВО «Донецкий государственный медицинский университет имени М. Горького» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Донецк
[2]ФГБОУ ВО «Луганский государственный медицинский университет имени Святителя Луки» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Луганск

Введение (актуальность). Проблема техногенного ксенобиотического загрязнения атмосферного воздуха является одной из самых актуальных в большинстве экономически развитых стран, в том числе в Российской Федерации. Особую значимость она приобретает в регионах экологического кризиса, таких, как Донбасс. Однако, до настоящего времени не проведен полноценный анализ показателей антропогенной контаминации взвешенными веществами воздушного бассейна городов данного региона, что не даёт возможности определить степень её потенциальной опасности для здоровья населения.
Цель исследования – установление долговременных закономерностей распределения взвешенных веществ в воздушном бассейне городов Донбасса для дальнейшего обоснования и разработки мер по уменьшению их негативного влияния на здоровье населения.
Материалы и методы. Изучение уровней и динамики антропогенного загрязнения взвешенными веществами атмосферного воздуха осуществлено в восьми наиболее крупных городах Донбасса за 36-летний период времени (1985-2020гг.). С использованием метода гигиенического анализа исследованы, материалы, полученные в результате измерений, проведенных сотрудниками Госкомгидромета, Центральной геофизической обсерватории, Госсанэпидслужбы и стационарных постов контроля за состоянием атмосферы промышленных предприятий региона.
Результаты и их обсуждение. Исследованы современные закономерности уровней и динамики содержания взвешенных веществ в воздушном бассейне городов Донбасса за 36-летний период (1985-2020гг.) по их среднемноголетним атмосферным концентрациям. Изучено распределение городов Донбасса на группы в зависимости от преобладания в структуре их атмосферных выбросов различных отраслей производства. Определён потенциал антропогенного загрязнения воздушного бассейна взвешенными веществами в различных городах региона.
Заключение. Результаты проведённой работы позволили выявить особенность динамики содержания взвешенных веществ в атмосферном воздухе городов техногенного региона, заключающуюся в её волнообразном характере (снижение атмосферных концентраций анализируемого ксенобиотика в первой половине года наблюдений и их рост во второй). Установлены группы городов Донбасса с достоверно максимальным и минимальным содержанием взвешенных веществ в воздушном бассейне.

Ключевые слова: гигиена, атмосферный воздух, взвешенные вещества, Донбасс

HYGIENIC ANALYSIS OF LEVELS AND DYNAMICS OF ATMOSPHERIC CONCENTRATIONS OF SUSPENDED SOLIDS IN THE CITIES OF DONBASS

S.V. Grishchenko[1], E.D. Zyablitsev[1], I.N. Basenko[2], E.F. Minenko[1], S.S. Pravodelov[1]

[1]Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «M. Gorky Donetsk State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Donetsk
[2]Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saint Luka Lugansk State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Lugansk

The problem of technogenic xenobiotic air pollution is one of the most urgent in most economically developed countries, including the Russian Federation. It is particularly important in regions of ecological crisis, such as Donbass. However, to date, a full-fledged analysis of the indicators of anthropogenic contamination by suspended solids in the air basin of cities in this region has not been carried out, which makes it impossible to determine the degree of its potential danger to public health. The purpose of the **study** is to establish long–term patterns of distribution of suspended solids in the air basin of Donbass cities for further substantiation and development of measures to reduce their negative impact on public health.
Materials and methods. The study of the levels and dynamics of anthropogenic pollution by suspended atmospheric substances was carried out in eight of the largest cities of Donbass over a 36-year period (1985-2020). Using the method of hygienic analysis, materials obtained as a result of measurements carried out by employees of the State Committee for Hydrometeorology, the Central Geophysical Observatory, the State Sanitary and Epidemiological Service and stationary atmospheric monitoring posts of industrial enterprises in the region were studied.
Results and discussion. Modern patterns of levels and dynamics of suspended solids content in the air basin of Donbass cities over a 36-year period (1985-2020) by their average annual atmospheric concentrations have been studied. The distribution of Donbass cities into groups has been studied, depending on the predominance of various industries in the structure of their atmospheric emissions. The potential of anthropogenic pollution of the air basin by suspended solids in various cities of the region has been determined.
Conclusion. The results of the work made it possible to identify a feature of the dynamics of the suspended solids content in the atmospheric air of cities in the technogenic region, which consists in its wave-like nature (a decrease in atmospheric concentrations of the analyzed xenobiotic in the first half of the observation year and their increase in the second). Groups of Donbass cities with reliably maximum and minimum suspended solids contents in the air basin have been identified.

Key words: hygiene, atmospheric air, suspended substances, Donbass

Введение (актуальность). Атмосферный воздух является наиболее важным и жизненно необходимым для функционирования всех биологических организмов и систем компонентом окружающей среды. Антропогенное химическое загрязнение воздушного бассейна представляет собой гигиеническую проблему глобального масштаба [8,10,11]. Одним из самых широко распространённых и, в то же время, опасных для здоровья населения аэрополлютантов учёные-гигиенисты считают взвешенные вещества (ВВ), или химически активную многокомпонентную пыль [4,12].

Пыль относится к аэродисперсным системам – её частицы (дисперсная фаза) распределены в воздушном бассейне (дисперсная среда). В подобных системах частицы пыли приобретают способность находиться во взвешенном состоянии. Это обусловливается значительным измельчением аэрополлютантов и малыми размерами образующихся частиц (0,01-100 мкм) [6,13].

Специалисты отмечают, что твёрдое вещество при переходе в дисперсное состояние приобретает новые свойства, поскольку в этом случае увеличиваются его удельная поверхность и поверхностные силы. В связи с этим в аэродисперсных системах легко развиваются процессы коагуляции и адсорбции частиц различных веществ, в том числе токсичных и потенциально опасных для организма человека [2,3].

Анализ литературных источников даёт возможность констатировать, что величина пылевых частиц имеет большое гигиеническое значение, так как именно она определяет не только длительность пребывания их в воздушном бассейне, но и специфику воздействия на организм человека. Авторы утверждают, что размер частиц пыли (PM: particular metter) обратно пропорционален времени их нахождения во взвешенном состоянии в атмосферном воздухе, а также дальности перемещения от источника выброса [9,14]. Исследователи сходятся во мнении, что самые мелкие пылевые частицы (диаметр до 10 мкм) наиболее глубоко проникают в органы дыхания человека, достигая их нижних отделов, тогда как крупные пылинки задерживаются в основном в верхних дыхательным путях. Мельчайшие частицы (PM2,5 и PM10) могут вызывать поражения бронхов и лёгких [1,9,14].

Содержание ВВ в воздушном бассейне колеблется в зависимости от времени суток, что объясняется связью с особенностями деятельности человека, скорости движения воздуха, его температуры и влажности, а также от степени благоустройства и гигиенического содержания населённых мест [5,9,10]. В Российской Федерации приняты следующие нормативы содержания в атмосферном воздухе химически активной многокомпонентной пыли: предельно-допустимая среднесуточная концентрация – 0,15 мг/м^3 и максимально-разовая концентрация – 0,5 мг/м^3.

В ряде работ имеются указания на то, что атмосферная пыль может негативно влиять на здоровье человека косвенным способом, так как, находясь во взвешенном состоянии и являясь ядрами конденсации, пылевые частицы способствуют образованию туманов. Пыль и туманы, поглощая значительную часть солнечной радиации, существенно ухудшают световой климат и естественное освещение населённых мест [8,14].

Многие исследователи утверждают, что в настоящее время в экономически развитых странах мира на ВВ приходится 15-20% объёма атмосферных выбросов. При этом специалисты отмечают, что, в отличие от большинства антропогенных загрязнителей воздушного бассейна, почти 100% выбросов данного аэрополлютанта приходится на стационарные источники, тогда как доля транспорта в этом процессе очень мала [4,8,12,13].

Проблема техногенной пылевой контаминации атмосферы приобрела особую остроту в Донбассе – мощном техногенном регионе не только России, но и всего постсоветского пространства. На его территории, начиная с середины XIX века, ускоренно развивались многие отрасли промышленности, являющиеся основными источниками выбросов в атмосферу взвешенных веществ, прежде всего черная металлургия, добыча и переработка каменного угля, химия и коксохимия, машиностроение и металлообработка, строительная индустрия, энергетика, теплоснабжение и транспорт. Однако, до настоящего времени известны лишь одиночные работы, посвящённые изучению долговременных закономерностей загрязнения атмосферного воздуха населённых мест Донбасса ВВ. В связи с этим, представляется достаточно проблематичной разработка эффективных профилактических мер по недопущению или уменьшению их вредного воздействия на здоровье населения.

Цель исследования – установление долговременных закономерностей распределения взвешенных веществ в воздушном бассейне городов Донбасса для дальнейшего обоснования и разработки мер по уменьшению их негативного влияния на здоровье населения.

Материалы и методы. Изучение контаминации атмосферного воздуха ВВ было осуществлено в конституционно установленных границах Донецкой Народной Республики (ДНР), то есть в пределах административной территории бывшей Донецкой области Украины по состоянию на 01.01.2014г. – в восьми наиболее крупных городах, в которых проживало в исследуемый отрезок времени (1985-2020гг.) более 60,0% населения техногенного региона: Донецке, Мариуполе, Макеевке, Горловке, Енакиево, Краматорске, Славянске и Дзержинске. Именно в этих индустриально-городских агломерациях в обозначенный временной период проводился постоянный мониторинг за содержанием ВВ в воздушном бассейне, осуществлявшийся несколькими организациями и ведомствами, находившимися под юрисдикцией Украинской Советской Социалистической Республики (УССР) – 1985-1991гг., Республики Украина – в 1992-2014гг., ДНР – в 2015-2020гг.: Госкомгидрометом, Министерством охраны окружающей природной среды, Центральной геофизической обсерваторией Государственной службы по чрезвычайным ситуациям Украины, санитарно-эпидемиологической службой Донецкой области (ДНР) и стационарными постами контроля за

состоянием атмосферы промышленных предприятий региона. Основные результаты данного мониторинга были проанализированы и обобщены как за всё время наблюдения (36 лет: 1985-2020гг.), так и отдельно по четырём составляющим его периодам (1985-1990гг. (6 лет), 1991-2000гг. (10 лет), 2001-2010гг. (10 лет) и 2011-2020гг. (10 лет)) по данным, полученным из следующих источников: «Краткий обзор о состоянии загрязнения атмосферного воздуха и осуществлении государственного контроля за охраной атмосферного воздуха» за 1985—1991гг.; «Обзор состояния загрязнения атмосферного воздуха и осуществления государственного контроля за его охраной в Украине» за 1992-2014гг.; статистический бюллетень Донецкого областного управления статистики «Выбросы вредных веществ в атмосферу» за 1985-2014гг.; статистический сборник Донецкого областного управления статистики «Основные показатели охраны окружающей среды в Донецкой области» за 1985-2014гг; «Земля тревоги нашей (по материалам ежегодного национального доклада о состоянии окружающей природной среды в Донецкой области)» за 1992-2014гг.; ежегодные отчёты государственной санэпидслужбы Донецкой области (за 1985-2014гг.) и ДНР (за 2015-2020гг.); ежегодные отчёты промышленных предприятий региона о результатах наблюдения их стационарных постов контроля за состоянием атмосферы. Объём и структура промышленных выбросов в воздушный бассейн городов Донбасса по отраслям производства оценивались по данным Госкомстата.

Статистический анализ полученных результатов о загрязнении атмосферного воздуха ВВ проведен в лицензионном пакете «MedStat»» (Лях Ю.Е., Гурьянов В.Г., 2004) с расчётом средних величин (M), их ошибок (m) а также достоверности различий между ними (t) [7].

Результаты и их обсуждение. Литературный анализ показал, что в регионах, расположенных в европейской части бывшего Советского Союза, в том числе в Донбассе, одну из ведущих ролей в антропогенном химическом загрязнении воздушного бассейна играют ВВ, на долю которых в среднем приходится 15-20% общего объёма атмосферных выбросов. В отличие от большинства техногенных загрязнителей воздушного бассейна, почти 100% выбросов в атмосферу данного аэрополлютанта приходится на стационарные источники (промышленность, энергетика, теплоснабжение), тогда как доля транспорта чрезвычайно мала (менее 1,0%) [3,8,10,11].

Результаты проведенных исследований дают возможность утверждать, что в период 1985-2020гг. приблизительно 76,0% валового выброса ВВ в воздушный бассейн техногенного региона Донбасса приходилось на промышленность, а около 23,0% - на отопление и теплоснабжение. При этом среди отраслей промышленности ведущую роль в поступлении

изучаемого аэрополлютанта в атмосферный воздух играла чёрная металлургия (43,7%) и энергетика (38,4%), а доля всех остальных отраслей составляла лишь 17,9% (в том числе добыча угля и его обогащение – 8,6%, строительная промышленность – 6,4%).

Изучение структуры атмосферных выбросов загрязняющих веществ в городах Донбасса по отраслям производства в период 1985-2020гг. позволило распределить их на пять групп в зависимости от преобладания в валовом выбросе различных отраслей. Итоги данной работы представлены в табл.1.

Таблица 1

Распределение городов Донбасса на группы в зависимости от преобладания в структуре их атмосферных выбросов различных отраслей производства в 1985-2020гг.; M±m, n=36

№ группы	Преобладающие отрасли производства	Удельный вес преобладающих отраслей производства (%)	Наименования городов в группах
I	Угольная, металлургическая, химическая и коксохимическая	85,7±7,4	Донецк. Макеевка, Енакиево, Горловка
II	Металлургическая	76,1±8,3	Мариуполь
III	Машиностроительная, энергетическая, металлургическая	88,4±6,9	Краматорск
IV	Энергетическая и химическая	89,3±9,1	Славянск
V	Угольная	69,5±5,8	Дзержинск

Анализируя данные табл.1, необходимо сделать вывод о том, что моноотраслевое преобладание в структуре валового атмосферного выброса ксенобиотиков характерно для двух городов техногенного региона – Мариуполя (чёрная металлургия: 76,1±18,3%) и Дзержинска (добыча и обогащение каменного угля: 69,5±5,8%). В остальных шести изученных индустриально-городских агломерациях доминирующими в данной структуре являлись от двух до четырёх отраслей производства суммарно: угольная, металлургическая, химическая и коксохимическая – в городах Донецк, Макеевка, Енакиево и Горловка (85,7±7,4%); машиностроительная, энергетическая, металлургическая – в г. Краматорск (88,4±6,9%), энергетическая и химическая – в г. Славянск (89,3±9,1%).

Материалы, отображенные в табл.1, дают возможность предположить, что наибольший потенциал антропогенного загрязнения воздушного бассейна ВВ существовал в 1985-2020гг. в городах, где среди источников ксенобиотической контаминации атмосферного воздуха

преобладали металлургическая, химическая, коксохимическая, энергетическая и машиностроительная отрасли производства – в Донецке, Макеевке, Енакиево, Горловке, Мариуполе и Краматорске.

Вышеуказанное предположение полностью подтвердилось при ретроспективном изучении содержании ВВ в атмосферном воздухе городов Донбасса (табл.2).

Таблица 2

Среднемноголетние концентрации взвешенных веществ в воздушном бассейне городов Донбасса в динамике за период 1985-2020гг.; M±m, мг/м^3)

№ п/п	Наимено-вания городов	Временные периоды осреднения значений изучаемого показателя (годы)					Ранг
		1985-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2020	1985-2020	
1.	Донецк	0,65±0,08**	0,53±0,05**	0,39±0,04	0,58±0,05	0,54±0,06**	1
2.	Мариуполь	0,32±0,02	0,31±0,02	0,29±0,02	0,57±0,05	0,38±0,04	5
3.	Макеевка	0,51±0,03**	0,39±0,02	0,38±0,03	0,59±0,04	0,48±0,03**	2
4.	Горловка	0,44±0,02**	0,42±0,03	0,38±0,02	0,56±0,04	0,47±0,03**	3
5.	Енакиево	0,36±0,02	0,34±0,03	0,31±0,02	0,54±0,05	0,39±0,04	4
6.	Краматорск	0,29±0,02	0,28±0,02	0,32±0,03	0,54±0,05	0,36±0,03	6
7.	Славянск	0,23±0,01*	0,21±0,02*	0,19±0,01*	0,31±0,03*	0,24±0,02*	8
8.	Дзержинск	0,28±0,02*	0,25±0,02*	0,22±0,02*	0,35±0,03*	0,27±0,02*	7
9.	Средне-городской показатель	0,36±0,03	0,34±0,03	0,31±0,02	0,49±0,04	0,38±0,03	-

Примечание: показатель достоверно (p<0,05) выше (**) или ниже (*) среднегородского значения

Как видно из данной таблицы, наибольшие среднемноголетние (1985-2020гг.) атмосферные концентрации ВВ, достоверно (p<0,05) превышавшие среднегородское значение (0,38±0,03 мг/м^3), были зафиксированы в тех крупных промышленных центрах, где в структуре валового выброса ксенобиотиков в воздушный бассейн доминировали отрасли индустрии, являющиеся ведущими техногенными источниками пылеобразования – угольная, металлургическая, химическая и коксохимическая: в городах Донецк, Макеевка и Горловка (1-3 места соответственно; 0,47-0,54 мг/м^3). В этих же индустриально-городских агломерациях существует развитое жилищно-коммунальное хозяйство, включая отопление и

теплоснабжение, также лидирующие в плане поступления ВВ в атмосферный воздух. Минимальное содержание ВВ, достоверно ($p<0,05$) ниже среднего уровня по городам региона, установлено в воздушном бассейне двух небольших по численности населения городов, в которых отсутствуют предприятия металлургической и коксохимической отраслей – Дзержинске и Славянске (7-8 места соответственно; 0,24-0,27 мг/м^3). В остальных трёх исследованных городах Донбасса среднемноголетние атмосферные концентрации ВВ не отличались достоверно ($p>0,05$) от среднего значения по региону.

При анализе данных, представленных в табл.2, обращает на себя внимание тот факт, что среднее по всем периодам и всему времени наблюдения содержание ВВ в атмосферном воздухе всех без исключения изученных городов ДНР довольно значительно (от 1,5 до 4,3 раза) превышало установленный норматив ($ПДК_{сс}$=0,15 мг/м^3). При этом особенно высокой была контрастность различий между двумя вышеуказанными полярными (с максимальными и минимальными атмосферными концентрациями ВВ) группами городов Донбасса – кратность различий между ними составила 1,8-2,8 раза.

Оценивая динамику содержания ВВ в воздушном бассейне городов техногенного региона (табл.2) необходимо констатировать её волнообразный характер. Так, в период с 1985г. по 2010г. ей была присуща убывающая тенденция: атмосферные концентрации анализируемого аэрополлютанта снизились за это время в среднем по региону на 13,9%. В 2011-2020гг. тенденция сменилась на противоположную (возрастающую): изучаемый показатель увеличился на 58,1%, или в 1,6 раза. В целом же, за весь изученный временной отрезок (1985-2020гг.) он вырос на 36,1% (или в 1,4 раза).

В различных городах Донбасса временные изменения атмосферных концентраций ВВ в 1985-2020гг. имели свои особенности. Так, за весь проанализированный 36-летний период времени только в г. Донецк содержание данного ксенобиотика в воздушном бассейне незначительно уменьшилось (на 10,8%), во всех остальных изученных индустриально-городских агломерациях техногенного региона оно возросло, хотя и с различными темпами. Максимальным такой прирост был в городах Краматорск (+86,2% или в 1,9 раза) и Мариуполь (+78,1%, или в 1,8 раза), значительно меньшим (в 1,3-1,4 раза) – в городах Горловке, Дзержинске, Славянске, Енакиево и минимальным (+15,7%) – в г. Макеевка. При этом волнообразный характер динамики (снижение атмосферных концентраций ВВ с 1985г. по 2010г. и их возрастание с 2011г. по 2020г.) отмечался во всех исследованных городах, за исключением г. Краматорска, где рост содержания ВВ в воздушном бассейне начался гораздо раньше – с 2001г.

Полученные в результате проведенного исследования данные отображают взаимосвязь между особенностями индустриального развития и гигиеническими характеристиками источников антропогенного поступления ВВ в атмосферный воздух – с одной стороны, и атмосферными концентрациями этого аэрополлютанта – с другой. Итоги выполненной работы полностью согласуются с данными других исследователей, отметивших увеличение содержания ВВ в воздушном бассейне по мере возрастания объёмов сжигания топлива на предприятиях прежде всего чёрной металлургии, теплоэнергетики, химии и коксохимии, а также в отопительных системах городского коммунального хозяйства [2,5,9,10,12,13,14].

Выводы (заключение).

1. Максимальный потенциал антропогенного загрязнения атмосферного воздуха ВВ определён в тех крупных центрах многоотраслевой индустрии, где в структуре валовых выбросов в воздушный бассейн наибольший удельный вес (76,1-85,7%) принадлежит отраслям производства, использующим в своей деятельности, значительные объемы ископаемого топлива (чёрная металлургия, химическая и коксохимическая промышленность, добыча и обогащение угля, отопление и теплоснабжение).

2. Наибольшее содержание ВВ, достоверно ($p<0,05$) превышающее среднегородской уровень, в период 1985-2020гг. зарегистрировано в атмосферном воздухе трёх крупнейших городов Донбасса, в которых наибольший удельный вес в структуре валовых выбросов ксенобиотиков в атмосферу (85,7±7,4%) занимают угольная, металлургическая, химическая и коксохимическая отрасли производства: Донецка (1 место: 0,54±0,06 мг/м^3), Макеевки (2 место 0,48±0,03 мг/м^3) и Горловки (3 место 0,47±0,03 мг/м^3), а наименьшее, достоверно ($p<0,05$) ниже среднегородского показателя – в городах Дзержинск (7 место 0,27±0,02 мг/м^3) и Славянск (8 место 0,24±0,02 мг/м^3), в которых отсутствуют предприятия чёрной металлургии и коксохимии.

3. Многолетнее (1985-2020гг.) изменение содержания ВВ в воздушном бассейне городов Донбасса характеризуется волнообразной динамикой: снижение атмосферных концентраций анализируемого ксенобиотика в период 1985-2010гг. сменилось их ростом в 2011-2020гг. За исследованный 36-летний временной интервал содержание ВВ в воздушной среде незначительно (на 10,8%) уменьшилось только в г. Донецк, в остальных изученных городах оно увеличилось: максимально в (1,8-1,9 раза) – в Мариуполе и Краматорске, минимально (на 15,7%) – в Макеевке.

Список литературы

1. Вахнюк И.А., Кириченко К.Ю., Дрозд В.А., и др. Гранулометрический и химический анализ атмосферных взвесей в городе Спасск Дальний (Приморский край). Вестник Камчатского Государственного Университета. 2019;(49):6-11. DOI: 10.17217/2079-0333-2019-49-6-11

2. Гасайниева А.Г., Гасайниева М.Г. О загрязнении атмосферы мелкодисперсной пылью и о её влиянии на здоровье человека. Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона». 2017;(4):174. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4664

3. Глущенко Н.Н., Ольховская И.П. Экологическая безопасность энергетики. Свойства частиц летучей золы ТЭС, работающих на угле. Известия Российской академии Наук. Энергетика. 2014;(1):20-28

4. Голиков Р.А., Суржиков Д.В., Кислицына В.В., и др. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье населения (обзор литературы). Научное обозрение. Медицинские науки. 2017;(5):20-31

5. Дрозд В.А., Кику П.Ф., Ананьев В.Ю., и др. Годовые колебания частиц PM10 в воздухе Владивостока. Известия Самарского научного центра РАН. 2015;17(5(2):646-651

6. Клепиков О.В., Куролап С.А., Седых В.А. Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха и оценка канцерогенных рисков для здоровья населения города Липецка. Региональные геосистемы. 2021;45(2):236-245. DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-2-236-245

7. Медик В.А., Токмачёв М.С. Руководство по статистике здоровья и здравоохранения. М.: Медицина; 2006. 528

8. Мещурова Т.А. Оценка загрязнения атмосферного воздуха в городах Пермского края. Вестник Нижневартовского Государственного Университета. Биологические науки. 2020;(1):110-119. DOI: 10.36906/2311-4444/20-1/17

9. Просвирякова И.А., Шевчук Л.М. Гигиеническая оценка содержания твёрдых частиц PM 2,5 и PM 10 в атмосферном воздухе и риска для здоровья жителей в зоне влияния выбросов стационарных источников промышленных предприятий. Анализ риска здоровью. 2018;(2):14-20. DOI: 10.21668/health.risk/2018.2.02

10. Ревич Б.А., Кузнецова О.В. Качество атмосферного воздуха в мегаполисах и риски здоровью населения. Человек в мегаполисе: опыт междисциплинарного исследования. М.; 2018:214-225

11. Чубирко М.И., Савенкова Н.Е., Овсянникова Н.В. Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха. Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. 2014;(57):75-78

12. Brauer M, Amann M, Burnett RT, et al., Exposure assessment for estimation of the global burden of disease attributable to outdoor air pollution. Environmental Science and Technology. 2012;46(2):652-660. doi: 10.1021/es2025752

13. Manya S, Pandey AK, Singkh PK, et al. Tendency of firm partricles in surrounding. Air the town in India. Indian magazine of basic and applied researches. 2016;1(4):70-72

14. Zhang X-X, Chen X, Wang Z-F, et al. Dust deposition and ambient PM10 concentration in Northwest China: spatial and temporal variability. Atmospheric Chemistry and Physics. 2017;17(3):1699-1711. DOI:10.5194/acp-17-1699-2017

References

1. Vahnyuk I.A., Kirichenko K.Yu., Drozd V.A., i dr. Granulometricheskij i himicheskij analiz atmosfernyh vzvesej v gorode Spassk Dal'nij (Primorskij kraj) [Granulometric and chemical analysis of atmospheric suspensions in Spassk-Dalniy city (Primorsky Krai)]. Vestnik Kamchatskogo Gosudarstvennogo Universiteta [Bulletin of Kamchatka State Technical University]. 2019;(49):6-11. DOI: 10.17217/2079-0333-2019-49-6-11 (In Russian)

2. Gasajnieva A.G., Gasajnieva M.G. O zagryaznenii atmosfery melkodispersnoj pyl'yu i o eyo vliyanii na zdorov'e cheloveka [About atmospheric pollution by fine dust and its impact on human health]. Elektronnyj nauchnyj zhurnal «Inzhenernyj vestnik Dona» [Electronic scientific Journal “Engineering journal of Don”]. 2017;(4):174. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4664 (In Russian)

3. Gluschenko N.N., Olkhovskaya I.P. Ekologicheskaya bezopasnost' energetiki. Svojstva chastic letuchej zoly TES, rabotayushchih na ugle [Ecological safety in energetics. Characteristics of fly ash particles from coal power plants]. Izvestiya Rossijskoj akademii Nauk. Energetika [Proceedings of the russian academy of sciences. Power engineering]. 2014;(1):20-28

4. Golikov R.A., Surzhikov V.D., Kislitsyna V.V., i dr. Vliyanie zagryazneniya okruzhayushchej sredy na zdorov'e naseleniya (obzor literatury) [Influence of environmental pollution to the health of the population (review of literature)]. Nauchnoe obozrenie. Medicinskie nauki [Scientific Review. Medical Sciences]. 2017;(5):20-31 (In Russian)

5. Drozd V.A., Kiku P.F., Ananyev V.Yu., i dr. Godovye kolebaniya chastic PM10 v vozduhe Vladivostoka [Annual fluctuations of PM10 particles in air of Vladivostok city]. Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN [Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. 2015;17(5(2):646-651 (In Russian)

6. Klepikov O.V., Kurolap S.A., Sedykh V.A. Monitoring zagryazneniya atmosfernogo

vozduha i ocenka kancerogennyh riskov dlya zdorov'ya naseleniya goroda Lipecka [Monitoring of atmospheric air pollution and assessment of carcinogenic risks for the health of the population of the city of Lipetsk]. Regional'nye geosistemy [Regional geosystems.]. 2021;45(2):236-245. DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-2-236-245 (In Russian)

7. Medik V.A., Tokmachyov M.S. Rukovodstvo po statistike zdorov'ya i zdravoohraneniya [Guide to Health and Health Statistics]. M.: Medicina; 2006. 528 (In Russian)

8. Meshchurova T.A. Ocenka zagryazneniya atmosfernogo vozduha v gorodah Permskogo kraya [Assessment of air pollution in the cities of Perm region]. Vestnik Nizhnevartovskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Biologicheskie nauki [Bulletin of Nizhnevartovsk State University. Biological sciences]. 2020;(1):110-119 DOI: 10.36906/2311-4444/20-1/17 (In Russian)

9. Prosviryakova I.A., Shevchuk L.M. Gigienicheskaya ocenka soderzhaniya tvyordyh chastic PM 2,5 i PM 10 v atmosfernom vozduhe i riska dlya zdorov'ya zhitelej v zone vliyaniya vybrosov stacionarnyh istochnikov promyshlennyh predpriyatij [Hygienic assessment of pm10 and pm2.5 contents in the atmosphere and population health risk in zones infleunced by emissions from stationary sources located at industrial enterprises]. Analiz riska zdorov'yu [Health Risk Analysis].2018;(2):14-20. DOI: 10.21668/health.risk/2018.2.02 (In Russian)

10. Revich B.A., Kuznecova O.V. Kachestvo atmosfernogo vozduha v megapolisah i riski zdorov'yu naseleniya [Air quality in megacities and public health risks]. Chelovek v megapolise: opyt mezhdisciplinarnogo issledovaniya [A Man in a Megalopolis: An Experience of Interdisciplinary Research]. M.; 2018:214-225 (In Russian)

11. Chubirko M.I., Savenkov N.E., Ovsyannikova N.V. Gigienicheskaya ocenka kachestva atmosfernogo vozduha [Hygienic assessment of air quality]. Nauchno-medicinskij vestnik Central'nogo Chernozem'ya [Medical scientific bulletin of Central Chernozemye]. 2014;(57):75-78 (In Russian).

12. Brauer M, Amann M, Burnett RT, et al. Exposure assessment for estimation of the global burden of disease attributable to outdoor air pollution. Environmental Science and Technology. 2012;46(2):652-660. doi: 10.1021/es2025752

13. Manya S, Pandey AK, Singkh PK, et al. Tendency of firm partricles in surrounding. Air the town in India. Indian magazine of basic and applied researches. 2016;1(4):70-72.

14. Zhang X-X, Chen X, Wang Z-F, et al. Dust deposition and ambient PM10 concentration in Northwest China: spatial and temporal variability. Atmospheric Chemistry and Physics. 2017;17(3):1699-1711. DOI:10.5194/acp-17-1699-2017

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.
Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Acknowledgments. The study did not have sponsorship.
Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

Сведения об авторах

Сергей Владимирович Грищенко – профессор, доктор медицинских наук, профессор кафедры общественного здоровья, здравоохранения, экономики здравоохранения, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донецкий государственный медицинский университет имени М. Горького» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 283003, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, пр-кт Ильича, д.16, E-mail: innagrishchenko1@gmail.com, SPIN-код: 6773-9341, ORCID: 0009-0005-2912-8088

Зяблицев Евгений Дмитриевич – ассистент кафедры общественного здоровья, здравоохранения, экономики здравоохранения, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донецкий государственный медицинский университет имени М. Горького» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 283003, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, пр-кт Ильича, д.16, E-mail: evgyzyablitsev@yandex.ru, SPIN-код: 8811-3498, ORCID: 0009-0009-1574-8592

Басенко Игорь Николаевич – доцент, кандидат медицинских наук, доцент кафедры госпитальной хирургии, урологии и онкологии имени профессора Ольшанецкого А.А., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Луганский государственный медицинский университет имени Святителя Луки» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 291045, Луганская Народная Республика, городской округ город Луганск, город Луганск, квартал 50-летия Обороны Луганска, дом 1Г, E-mail: basenko_gosha@mail.ru, SPIN-код: 7082-6380, ORCID: 0009-0004-3418-7966

Миненко Елена Федоровна – преподаватель кафедры медицинской биологии, ФГБОУ ВО «Донецкий государственный медицинский университет имени М. Горького» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 283003, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, пр-кт Ильича, д.16, E-mail: e.f_minenko@mail.ru, SPIN-код: 5023-2043, ORCID: 0009-0003-0924-3754

Праводелов Сергей Сергеевич – студент 6 курса Лечебного факультета №1, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донецкий государственный медицинский университет имени М. Горького» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 283003, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, пр-кт Ильича, д.16, E-mail: s.p.q.r.7218@mail.ru

Information about the authors

Sergey Vladimirovich Grishchenko - Professor, Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Public Health, Public Health, and Health Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «M. Gorky Donetsk State Medical University» of the

Ministry of Health of the Russian Federation, 283003, Donetsk People's Republic, Donetsk, 16 Ilyich Ave., E-mail: innagrishchenko1@gmail.com, SPIN code: 6773-9341, ORCID: 0009-0005-2912-8088

Evgeny Dmitrievich Zyablitsev - Assistant Professor at the Department of Public Health, Public Health, and Health Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «M. Gorky Donetsk State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation, 283003, Donetsk People's Republic, Donetsk, 16 Ilyich Ave., E-mail: evgyzyablitsev@yandex.ru, SPIN code: 8811-3498, ORCID: 0009-0009-1574-8592**Basenko Igor Nikolaevich** – Associate Professor, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Hospital Surgery, Urology and Oncology named after Professor A.A. Olshanetsky, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint Luka Lugansk State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Lugansk People's Republic, 291045, Lugansk city district, Lugansk city, block 50th Anniversary of the Defense of Lugansk, house 1G, E-mail: basenko_gosha@mail.ru , SPIN code: 7082-6380, ORCID: 0009-0004-3418-7966

Elena Fedorovna Minenko – Lecturer at the Department of Medical Biology Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «M. Gorky Donetsk State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation, 283003, Donetsk People's Republic, Donetsk, 16 Ilyich Ave., E-mail: e.f_minenko@mail.ru, SPIN code: 5023-2043, ORCID: 0009-0003-0924-3754

Sergey Sergeevich Pravodelov - is a 6th–year student of the Faculty of Medicine No. 1, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «M. Gorky Donetsk State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation, 283003, Donetsk People's Republic, Donetsk, 16 Ilyich Ave., E-mail: s.p.q.r.7218@mail.ru, SPIN-код: , ORCID: https://orcid.org/0009-0006-0234-6541

Статья получена: 03.02.2026 г.
Принята к публикации: 25.09.2026 г.