

Веремчук Л.В.¹, Минеева Е.Е.¹, Виткина Т.И.¹, Гвозденко Т.А.¹, Ракитский В.Н.², Голохваст К.С.^{1,3}

МЕТОДОЛОГИЯ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ ЗДОРОВЫХ ЛИЦ И БОЛЬНЫХ С БРОНХОЛЁГОЧНОЙ ПАТОЛОГИЕЙ

¹ФГБНУ Владивостокский филиал «Дальневосточного научного центра физиологии и патологии дыхания» – НИИ медицинской климатологии и восстановительного лечения, 690105, Владивосток;

²ФБУН Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана, 141014, Москва;

³Дальневосточный федеральный университет, 690990, Владивосток

Введение. Целью данной работы явилась разработка методологии оценки влияния факторов окружающей среды на функциональное состояние органов дыхания здоровых лиц и пациентов с бронхолёгочной патологией, проживающих в различных природно-климатических и техногенных условиях урбанизированной территории.

Материал и методы. Изучение функции внешнего дыхания проводилось по результатам обследования 198 человек (за период с 2008 по 2014 гг.), проживающих в различных административных районах Владивостока – самого крупного промышленного дальневосточного города. Оценка загрязнения атмосферы города проводилась по данным мониторинга по шести стационарным постам наблюдения (взвешенные вещества, диоксид азота и серы, оксид углерода, аммиак, формальдегид и др., мг/м³) за период с 2008 по 2014 гг. Взвешенные в воздухе частицы микроразмерного ряда исследовались методом лазерной гранулометрии.

Результаты. В группе относительно здоровых людей ответная реакция органов дыхания на внешнее воздействие отмечена минимальной, а у больных ответная реакция оказалась повышенной. Сильное воздействие на обе группы оказывают системы «загрязнения атмосферы газовыми компонентами» и «загрязнения атмосферы взвешенными частицами». В неблагоприятных районах города максимальное негативное влияние оказывают «климатические условия», где интегральный индекс ответной реакции органов дыхания на внешнее воздействие в группе больных в 2 раза превысил таковой в контрольной группе.

Обсуждение. Предполагаем, что на фоне загрязнения внешней среды Владивостока функциональное состояние органов дыхания даже здорового человека может активно реагировать на изменение климатических условий. Наибольшее патогенное воздействие загрязнения городской среды на функцию дыхания отмечается в группе больных. На основе расчёта показателя общего загрязнения окружающей среды выделены благоприятные и неблагоприятные районы города.

Заключение. Полученные результаты позволяют проводить профилактические мероприятия среди населения урбанизированной территории.

Ключевые слова: факторы окружающей среды; функция дыхания; методология интегральной оценки; бронхолёгочная патология.

Для цитирования: Веремчук Л.В., Минеева Е.Е., Виткина Т.И., Гвозденко Т.А., Ракитский В.Н., Голохваст К.С. Методология интегральной оценки влияния факторов окружающей среды на функциональное состояние органов дыхания здоровых лиц и больных с бронхолёгочной патологией. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(3): 269-273. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-3-269-273>

Для корреспонденции: Голохваст Кирилл Сергеевич, д-р биол. наук, ст. науч. сотр. лаб. медицинской экологии и рекреационных ресурсов ВЛ ФЛ ДНЦ ФПД СО РАМН - НИИ МКВЛ; проф. кафедры безопасности жизнедеятельности в техносфере, науч. консультант НОЦ нанотехнологии. E-mail: golokhvast.ks@dvfu.ru

Veremchuk L.V.¹, Mineeva E.E.¹, Vitkina T.I.¹, Gvozdenko T.A.¹, Rakitsky V.N.², Golokhvast K.S.^{1,3}

THE METHODOLOGY OF INTEGRAL EVALUATION OF THE INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON THE FUNCTIONAL STATE OF THE RESPIRATORY SYSTEM OF HEALTHY INDIVIDUALS AND PATIENTS WITH BRONCHOPULMONARY PATHOLOGY

¹Vladivostok branch of the Far Eastern Scientific Center of Physiology and Pathology of respiration “ - Research Institute of Medical Climatology and Rehabilitation, Vladivostok, 690105, Russian Federation;

²F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene, Moscow, 141014, Russian Federation;

³Far Eastern Federal University, Vladivostok, 690990, Russian Federation

Introduction. The purpose of this work was to develop a methodology for assessing the impact of environmental factors on the functional state of the respiratory organs of healthy individuals and patients with bronchopulmonary pathology living in different natural, climatic and technogenic conditions of the urbanized territory.

Material and methods. The study of the function of respiration was based on the results of a survey of 198 people (for the period from 2008 to 2014), living in various administrative districts of Vladivostok, the largest industrial Far Eastern city. The estimation of atmospheric pollution of the city was carried out according to monitoring data for six stationary observation stations (suspended substances, nitrogen dioxide and sulfur, carbon monoxide, ammonia, formaldehyde, etc., mg/m³) for the period from 2008 to 2014. Weighed in the air particles of the microsize series were studied by laser granulometry.

Results. In the group of conditionally healthy people, the response of the respiratory system to external action was minimal, and in patients the response was more pronounced. A strong impact on both groups is mediated via the systems “atmospheric pollution by gas components” and “air pollution by suspended particles”. In unfavorable areas of the city the maximum negative influence is exerted by “climatic conditions”, where the integral respiratory response index for external action in the group of patients was 2 times higher than in the control group.

Discussion. We assume that against the background of pollution of the external environment of Vladivostok, the functional state of the respiratory organs of even a healthy person can actively react to changes in climatic conditions. The greatest pathogenic effect of urban pollution on respiratory function is noted in the group of patients. On the basis of the calculation of the index of general environmental pollution, favorable and unfavorable areas of the city have been identified.

The conclusion. The obtained results will allow to implement preventive measures for the population of the urbanized territory.

Key words: environmental factors; respiration function; the methodology of integrated assessment; bronchopulmonary pathology.

For citation: Veremchuk L.V., Mineeva E.E., Vitkina T.I., Gvozdenko T.A., Rakitsky V.N., Golokhvast K.S. The methodology of integral evaluation of the influence of environmental factors on the functional state of the respiratory system of healthy individuals and patients with bronchopulmonary pathology. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2018; 97(3): 269-273. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-3-269-273>

For correspondence: Kirill S. Golokhvast, MD, Ph.D., DSci., senior researcher of the Laboratory of medical ecology and recreational resources of the Vladivostok branch of the Far Eastern Scientific Center of Physiology and Pathology of respiration " - Research Institute of Medical Climatology and Rehabilitation, Vladivostok, 690105, Russian Federation; professor of the Department of Life Safety in the Technosphere, Scientific Advisor of the Scientific Educational center Nanomaterials & nanotechnology. E-mail: golokhvast.ks@dvfu.ru.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment. The study was supported by a grant from the Russian Science Foundation (15-14-20032-P).

Received: 07 September 2016

Accepted: 18 October 2017

Органы дыхания, являясь наиболее открытой системой организма человека, постоянно взаимодействуют с воздушной средой. От её качества зависят патологические изменения в бронхолегочной системе, которые приводят к росту общей заболеваемости органов дыхания [1]. Исследование функционального состояния органов дыхания людей, проживающих в различных экологических условиях, позволяет изучить механизм воздействия окружающей среды на человека [2–4]. Качество воздушной среды современного города определяется масштабными автомобильными выбросами, локальными выбросами предприятий энергетики и других промышленных объектов, имеющих различный уровень и класс опасности. Наиболее вредным действием обладает ряд компонентов выхлопных газов: твердые нано- и микрочастицы сажи, угарный газ, оксиды серы, формальдегид, тяжёлые металлы, и, как недавно было показано, углеродные наноматериалы с адсорбированными на них токсическими компонентами [5–7]. Автомобильный транспорт выделяет в воздух наибольшее количество взвешенных твердых частиц (ТВЧ) микроразмерного ряда (0–100 мкм). Обладая высокой токсичностью, они способны проникать в неизменном виде через клеточные барьеры, циркулировать и накапливаться в органах и тканях, вызывая более выраженные патоморфологические поражения органов дыхания. Помимо загрязнения воздуха, важнейшее биотропное действие на органы дыхания оказывают климатические условия, обусловленные не столько абсолютной величиной метеорологического компонента, сколько его временным градиентом [3, 4, 8]. Многофакторное, многофункциональное воздействие окружающей среды на не менее сложную систему органов дыхания формирует мало сопоставимую структуру взаимодействия, что требует разработки соответствующей методологии исследования, позволяющей доказательно оценивать степень влияния окружающей среды на функцию органов дыхания.

Целью исследования явилась разработка методологии оценки влияния факторов окружающей среды на функциональное состояние органов дыхания здоровых лиц и пациентов с бронхолегочной патологией, проживающих в различных природно-климатических и техногенных условиях урбанизированной территории.

Материал и методы

В качестве объекта исследования был взят крупный промышленный город Дальнего Востока – Владивосток, где значительный вклад в загрязнение атмосферы вносят транспорт и энергетические объекты. Пересечённый рельеф города определяет неравномерные аэродинамические характеристики воздушных потоков, формируя различие в интенсивности самоочищения атмосферы, и, как следствие, создаёт мозаичность качественного состояния атмосферы Владивостока.

Изучение функции внешнего дыхания (ФВД) проводилось по результатам обследования 198 человек (за период с 2008 по 2014 гг.), проживающих в различных административных районах города: 115 практически здоровых лиц и 83 пациента с хроническими заболеваниями органов дыхания (хронический необструктивный бронхит, бронхиальная астма). Диагноз бронхиальной астмы и хронического бронхита выставлен в соответствии с Глобальной стратегией лечения и профилактики бронхиальной астмы (пересмотр 2015 г.) и Международной классификации болезней 10-го пересмотра. Критерием исключения из наблюдения явилось наличие у пациентов хронических заболеваний внутренних органов в стадии декомпенсации или в период обострения. Все исследования были проведены с учётом требований Хельсинкской декларации «Рекомендации для врачей по биомедицинским исследованиям на людях» (2013 г.). На проведение обследования от каждого пациента было получено добровольное информированное согласие.

Функцию внешнего дыхания оценивали на основании определения статических лёгочных объёмов и бронхиального сопротивления с помощью спирометрии с выполнением бронхолитического теста и бодиплетизмографии на аппарате MasterScreenBody (Германия). Определялись основные показатели: жизненная ёмкость лёгких (ЖЕЛ), форсированная жизненная ёмкость лёгких (ФЖЕЛ), объём форсированного выдоха за 1 с (ОФВ1), отношение ОФВ1/ЖЕЛ и ОФВ1/ФЖЕЛ, пиковая объёмная скорость (ПОС), максимальные объёмные скорости при выдохе в процентах от ЖЕЛ (МОС25-75), общее бронхиальное сопротивление, бронхиальное сопротивление на вдохе, бронхиальное сопротивление на выдохе, функциональная остаточная ёмкость (ФОЕ), остаточный объём лёгких (ООЛ), общая ёмкость лёгких (ОЕЛ), доля ООЛ в структуре ОЕЛ (ООЛ/ОЕЛ). Определение насыщения артериальной крови кислородом проводилось с помощью пульсоксиметра PM-60 Mindray (Китай). Для оценки концентрации угарного газа (СО) в выдыхаемом воздухе и карбоксигемоглобина использовался микроанализатор СО– MicroCOMedical (Великобритания).

Оценка качества природно-техногенной среды Владивостока проводилась в районах проживания (или работы) обследуемых пациентов [9]. Климатические параметры отобраны по данным мониторинга «Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (Приморское УГМС). Учитывались «фактические» (день обследования), «предшествующие» (за 1 и 2 дня до обследования) метеоданные (температура воздуха, точка росы, скорость и направление ветра, атмосферные явления, давление и влажность воздуха, осадки) [10]. Использование «предшествующих» климатических показателей связано с наличием пролонгированной негативной реакции организма, характеризующей формирование повышенной метеочувствительности у больных с бронхолегочной патологией. В

исследование включён комплексный метеопараметр точка росы (T_p), отражающий совместное действие температуры и относительной влажности воздуха на органы дыхания человека.

Оценка загрязнения атмосферы города проводилась по данным мониторинга «Приморского УГМС» по шести стационарным постам наблюдения (взвешенные вещества, диоксид азота и серы, оксид углерода, аммиак, формальдегид и др., мг/м³) за период с 2008 по 2014 гг. В исследовании использовались данные разового отбора проб в различных районах города, проводимые ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии Приморского края» [10, 11]. Общее загрязнение городской среды оценивалось согласно ежегодным докладам о состоянии окружающей природной среды Приморского края. Использовались и косвенные показатели (плотность, интенсивность автомобильных дорог, характер селитебной застройки и загрязнение почв), которые опосредованно формировали различный уровень загрязнения атмосферы [2, 9, 12]. Для выделения экологически благоприятных и неблагоприятных районов города авторами был разработан показатель общего загрязнения городской среды (ПЗ).

Для изучения твёрдых взвешенных частиц (ТВЧ) микроразмерного ряда (0–100 мкм) в воздухе использовались атмосферные осадки в виде снега и пробы воздуха в 14 районах города с разным уровнем техногенной нагрузки. Талые воды анализировались на лазерном анализаторе частиц Analysette 22 NanoTech (Германия), устанавливающим распределение частиц по размерам и формам [13]. Определение размерности ТВЧ в приземном слое атмосферы проводилось методом лазерной гранулометрии с предварительной аспирацией заданного объёма воздуха в жидкую среду [14]. Твёрдые взвешенные частицы оценивались не только по размерному ряду, но и по сорбции ими токсичных тяжёлых металлов.

Дизайн исследования базировался на разработке индивидуальных методов статистической обработки, в основе которых лежали корреляционные связи (комплексные и парные). Статистические модули «Канонический анализ» и «Множественная корреляция» (Statistica 8) позволили определить степень влияния комплексных средовых компонентов на функцию дыхания в зависимости от проживания обследуемого здорового и больного населения в благоприятной или неблагоприятной среде. Для определения интегральной ответной реакции органов дыхания на дифференцированное внешнее действие авторами разработан интегральный индекс реакции органов дыхания (ИРДК).

Результаты

Методической основой исследования явилась дифференциация особенностей влияния внешнего воздействия среды на функцию дыхания больного и здорового населения, проживающего в благоприятной и неблагоприятной среде обитания. В основу заложена разработка количественного показателя, отражающего активность ответной реакции органов дыхания на характерное внешнее воздействие.

Одним из этапов определения особенностей внешнего воздействия среды на органы дыхания явилось выделение благоприятных и неблагоприятных районов города. Такая процедура проводилась на основе расчёта показателя общего загрязнения, учитывающего степень загрязнения городской среды по данным мониторинга за качеством атмосферы и косвенным показателям. При расчёте показателя загрязнения (ПЗ) учитывались также благоприятные условия проживания (площадь зелёной зоны, характеристики растительности и рельефа, удалённость от морской акватории). Соотношение фактических свойств факторов среды, оцененных в баллах, к идеально благоприятной для человека среде обитания, представленной максимальным количеством баллов (5), позволило количественно оценить состояние среды обитания. Чем благоприятнее район проживания, тем величина ПЗ выше (до 1,0), и наоборот. В результате для благоприятных районов определены показатели ПЗ $\geq 0,6$, а для экологически неблагоприятных районов ПЗ $< 0,6$.

Следующим этапом исследования явилась разработка интегрального индекса ответной реакции органов дыхания на внешнее воздействие (ИРДК).

В алгоритм расчёта вошло разделение факторов внешней среды (49) и показателей функции дыхания (126) на системные блоки факторов. Средовые блоки включали:

- общее загрязнение городской среды,
 - загрязнение атмосферы газовыми компонентами,
 - загрязнение атмосферы взвешенными частицами различных фракций,
 - токсичные металлы в воздухе,
 - климатические условия.
- В системные блоки, характеризующие функциональное состояние органов дыхания, вошли:
- спирография с проведением пробы с бронхолитиком,
 - бодиплетизмография,
 - пульсоксиметрия,
 - концентрация CO в выдыхаемом воздухе.

Следующим шагом в алгоритме расчёта индекса ИРДК явилось поочерёдное определение канонических зависимостей (R_k) для каждого блока факторов внешнего воздействия с четырьмя системными блоками показателей функции дыхания. В результате для каждого расчётного средового блока выделились от 1 до 4 статистически значимых ($p < 0,05$) канонических зависимостей (по количеству систем функции внешнего дыхания) с различной величиной R_k , на основании которых определялось их среднее значение (\bar{R}_k). Далее для выделенных комплексных зависимостей R_k были составлены отдельные корреляционные матрицы, в которых подсчитывалось количество статистически значимых ($p < 0,05$) парных связей (ni). Чтобы оценить вес данных связей, характеризующих активность ответной реакции органов дыхания, необходимо было сопоставить их с общим количеством связей в рабочих матрицах (N). Конечным шагом алгоритма расчёта ИРДК явилось использование среднего значения, **позволяющего** соотнести и уравновесить степень активности ответной реакции органов дыхания общей зависимостью. Для удобства интерпретации результатов показатель ИРДК был выражен в %, что позволило количественно оценить степень индивидуального воздействия внешнего блок-фактора относительно латентного общего воздействия окружающей среды. Так,

$$\text{ИРДК} = \frac{ni \times 100}{N} \times \bar{R}_k,$$

где ИРДК – интегральный показатель, характеризующий степень активности ответной реакции органов дыхания на внешнее воздействие; ni – количество статистически значимых ($p < 0,05$) корреляционных связей; N – общее количество парных корреляционных связей; средняя величина статистически значимых канонических зависимостей, сгруппированных по системам внешнего воздействия.

Обсуждение

Владивосток, согласно статистике, по числу автомобилей занимает первое место в России – более 600 машин на 1000 жителей [12]. Сложный рельеф города, отсутствие многоуровневых парковок, нестабильность дорожного движения усугубляют загрязнение атмосферы продуктами неполного сгорания топлива. Помимо автомобильного транспорта воздух города загрязняют тепловые станции и большое количество котельных разной производительности с длительной эксплуатацией технологического оборудования (> 25 лет). Энергетические объекты работают преимущественно на бурых и каменных углях, мазуте, дизельном топливе и лишь единичные – на газе [12].

Климат города, расположенного на полуострове Муравьёва-Амурского, относится к морскому муссонному типу с сезонной циркуляцией атмосферы, главной особенностью которого является преобладание южных направлений ветра со стороны моря (летом) и северных со стороны континента (зимой). Влияние моря сказывается на сезонном увеличении скорости ветра, повышении влажности воздуха и смягчении температурного режима. Сложный возвышенный рельеф города создает локальные участки ветрового затишья и воздушных «труб» с сильными ветрами. Вышеперечисленные климатические особенности во многом определяют уровень самоочищения воздушной среды города и, как следствие, формируют качественное состояние воздушной среды города. В результате климато-техногенные характеристики городской среды создают неоднородные экологические нагрузки, формирующие районы с благоприятными и неблагоприятными условиями проживания населения.

Влияние факторов окружающей среды на функциональное состояние органов дыхания здорового населения и больных с бронхолёгочной патологией, проживающих в благоприятных и неблагоприятных районах Владивостока

Факторы окружающей среды, сгруппированные в системы	Показатель ИРДК(%) при $p < 0,05$			
	Благоприятный район		Неблагоприятный район	
	Контрольная группа (практически здоровые пациенты)	Больные с заболеваниями органов дыхания	Контрольная группа (практически здоровые пациенты)	Больные с заболеваниями органов дыхания
Общее загрязнение среды	–	17	11	52
Загрязнение атмосферы газовыми компонентами	30	43	31	62
Загрязнение атмосферы взвешенными частицами различных фракций	21	22	38	60
Токсичные металлы в атмосфере	20	–	28	52
Климатические условия	10	54	32	61

Проведённые расчеты ПЗ для Владивостока позволили выделить благоприятные и неблагоприятные районы. В *благоприятные* районы вошли о. Русский, материковые территории с малой интенсивностью дорог, отсутствием энергетических объектов, обширной зелёной зоной, открытостью к морским акваториям ($ПЗ \geq 0,6$). В *неблагоприятные* районы вошли территории с проходящими автотрассами и интенсивным автомобильным движением, районы, имеющие замкнутые жилые застройки, отсутствие зелёной зоны и районы энергетических объектов и т. д. ($ПЗ < 0,6$).

Анализ рассчитанного для города показателя ИРДК проводился по четырём позициям сопоставления величины ИРДК:

1. контрольной группы и группы больных в *благоприятном* районе;
2. контрольной группы и группы больных в *неблагоприятном* районе;
3. контрольной группы в благоприятном и неблагоприятном районе;
4. группы больных в благоприятном и неблагоприятном районе (таблица).

Сравнение реакции ФВД контрольной группы и группы больных в *благоприятных* районах Владивостока выявило различие ответной реакции как по величине ИРДК, так и по характеру воздействия (различные блок-факторы) (см. таблицу). В группе относительно здоровых людей ответная реакция органов дыхания на внешнее воздействие минимальная (ИРДК = 10 – 30%). У больных ответная реакция повышена (ИРДК = 17 – 54%). В наибольшей степени отличаются группы по метеочувствительности: в контрольной группе ИРДК = 10%, а в группе больных с респираторной патологией ИРДК = 54% (см. таблицу). Влияние «загрязнения атмосферы взвешенными частицами различных фракций» в обеих группах практически одинаково (ИРДК = 21 и 22%), что, по-видимому, связано с благоприятностью условий проживания населения в районах с минимальными техногенными нагрузками.

Анализ показателя ИРДК в *неблагоприятных* районах города показал сильное патогенное воздействие техногенной среды на органы дыхания как у здоровых людей, так и у пациентов с бронхолёгочной патологией, причём в группе больных значение ИРДК в 1,5-2 раза превышает уровень группы здоровых (см. таблицу). Сильное воздействие на обе группы оказывают системы «загрязнения атмосферы газовыми компонентами» (ИРДК = 31%; 62%) и «загрязнения атмосферы взвешенными частицами» (ИРДК = 38%; 60%) (см. таблицу). В неблагоприятных районах города максимальное негативное влияние оказывают «климатические условия», где показатель ИРДК в группе больных составил 61%, что в 2 раза превышает в контрольной группе ИРДК = 32%.

Следующей позицией анализа явилось сопоставление показателя ИРДК в *контрольной* группе населения, проживающего в благоприятных и неблагоприятных районах. Такая информация необходима для формирования общего фона внешнего воздействия, которая позволит более информативно интерпретировать результаты, полученные для больных с респираторной патологией. Диапазон общей реакции органов дыхания на внешнее

воздействие в контрольной группе по величине ИРДК незначительно отличается как в неблагоприятной (11 – 38%), так и в благоприятной среде (10 – 30%). Однако по характеру воздействия преимущественное превышение значений ИРДК принадлежит «общему загрязнению среды» и «климатическим условиям» (см. таблицу). На основании этого можно предположить, что на фоне загрязнения внешней среды Владивостока функциональное состояние органов дыхания даже здорового человека может активно реагировать на изменение климатических условий. Достаточно чувствительна реакция органов дыхания здоровых людей на воздействие «загрязнения атмосферы взвешенными частицами» (ИРДК = 21%; 38%).

Наибольшее патогенное воздействие загрязнения городской среды на функцию дыхания отмечается в *группе больных*. При сравнении показателей ИРДК у пациентов, проживающих в различных экологических условиях, наибольшее значение имеет система «общего загрязнения среды» (ИРДК = 17 и 52%) и «загрязнение атмосферы взвешенными частицами различных фракций» (22 и 60%) (см. таблицу). Климатическое влияние, несмотря на высокие показатели ИРДК, имеет небольшой диапазон различия (54% в благоприятном районе и 61% в неблагоприятном районе) (см. таблицу).

Таким образом, разработанная методика расчёта показателя ИРДК как интегрального индекса совокупной реакции органов дыхания на внешнее воздействие городской среды позволила оценить на высоком уровне статистической доказательности степень внешнего воздействия факторов окружающей среды на функцию дыхания человека, проживающего в различных экологических условиях.

Город Владивосток, несмотря на повышенный потенциал самоочищения атмосферы, имеет сильно загрязнённую атмосферу, связанную с высоким уровнем автомобилизации и сложностью рельефа, что, в свою очередь, крайне негативно влияет на функциональное состояние органов дыхания населения города. Анализ величины показателя ИРДК продемонстрировал *значительное* увеличение негативного влияния на обследуемый контингент (здоровые лица и пациенты с бронхолёгочной патологией), проживающий в неблагоприятных экологических условиях. Причём на группу больных с заболеванием органов дыхания наибольшее патогенное воздействие оказывает загрязнение атмосферы «газовыми компонентами» и «взвешенными частицами различных фракций». Повышенное внимание следует уделить особенностям воздействия муссонного климата, усугублённым неблагоприятными техногенными нагрузками. Характерно формирование повышенной метеочувствительности у относительно здоровых лиц, проживающих в благоприятных экологических условиях, что может являться фактором риска в развитии бронхолёгочной патологии у населения города. Полученные результаты позволяют эффективно корректировать лечение и профилактику больного и здорового городского населения.

Финансирование. Исследование было поддержано грантом Российского научного фонда (15-14-20032-П).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Golokhvast K.S., Vitkina T.I., Gvozdenko T.A., Kolosov V.P., Yankova V.I., Kondratieva E.V., Gorkavaya A.V., Nazarenko A.V., Chaika V.V., Romanova T.Yu., Karabtsov A.A., Perelman Yu.M., Kiku P.F. Impact of atmospheric microparticles on the development of oxidative stress in healthy city/industrial seaport residents. *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2015; 2015: 412173. doi: 10.1155/2015/412173.
2. Веремчук Л.В., Янькова В.И., Виткина Т.И., Барскова Л.С., Голохваст К.С. Формирование загрязнения атмосферного воздуха города Владивостока и его влияние на распространение болезней органов дыхания. *Сибирский научный медицинский журнал.* 2015; 35(4): 55-61.
3. Виткина Т.И., Веремчук Л.В. Комплексная оценка воздействия факторов окружающей среды на иммунометаболическую резистентность населения Приморского края. В кн.: *Труды Института медицинской климатологии и восстановительного лечения.* Владивосток; 2014: 18-34.
4. Хижняк Ю.Ю., Колосов В.П., Перельман Ю.М. Сезонная динамика проходимости и реактивности дыхательных путей у больных бронхиальной астмой в условиях муссонного климата. *Тихоокеанский медицинский журнал.* 2009; 1: 82-4.
5. Иванов А.В., Тафеева Е.А. Автотранспорт как основной источник загрязнения воздушного бассейна на территории Юго-Восточного региона Республики Татарстан. *Вестник Научного центра безопасности жизнедеятельности (НЦБЖД).* 2011; 1(7): 95-9.
6. Леванчук А.В. Загрязнение окружающей среды продуктами эксплуатационного износа автомобильно-дорожного комплекса. *Гигиена и санитария.* 2014; 93(6): 17-21.
7. Фридман К.Б., Лим Т.Е., Шусталов С.Н. Концептуальная модель оценки и управления риском здоровью населения от транспортных загрязнений. *Гигиена и санитария.* 2011; 3: 20-5.
8. Veremchuk L.V., Yankova V.I., Vitkina T.I., Nazarenko A.V., Golokhvast K.S. Urban air pollution, climate and its impact on asthma morbidity. *Asian Pacific J. Trop. Biomed.* 2016; 6(1): 76-9.
9. Веремчук Л.В., Черпак Н.А., Гвозденко Т.А., Волкова М.В. Методология оценки влияния загрязнения атмосферного воздуха на формирование уровней общей заболеваемости бронхиальной астмой. *Гигиена и санитария.* 2015; 94(3): 119-22.
10. *Погода и климат. Чем дышал Владивосток.* [Электронный ресурс]. Доступно по: <http://www.Primogoda.ru>; <http://www.pogodaiklimat.ru>
11. Ананьев В.Ю., Жигаев Д.С., Кислицина Л.В., Кикю П.Ф. Оценка влияния атмосферного воздуха на здоровье населения Владивостока и ее особенности. *Здоровье. Медицинская экология. Наука.* 2012; 3-4(49-50): 79-82.
12. Бибиков М.Н., Кученко К.М., Киселев С.А., ред. *Доклад о состоянии окружающей природной среды Приморского края в 2000-2008 годах. Приморский край. Комитет охраны окружающей среды и природных ресурсов.* Владивосток; 2009.
13. Голохваст К.С. *Атмосферные взвеси городов Дальнего Востока России.* Владивосток: Дальневосточный федеральный университет; 2013.
14. Янькова В.И., Гвозденко Т.А., Голохваст К.С. Гранулометрический анализ атмосферных взвесей экологически благополучного и неблагоприятного районов Владивостока. *Здоровье. Медицинская экология. Наука.* 2014; 2(56): 62-6.

References

1. Golokhvast K.S., Vitkina T.I., Gvozdenko T.A., Kolosov V.P., Yankova V.I., Kondratieva E.V., Gorkavaya A.V., Nazarenko A.V., Chaika V.V., Romanova T.Yu., Karabtsov A.A., Perelman Yu.M., Kiku P.F. Impact of atmospheric microparticles on the development of oxidative stress in healthy city/industrial seaport residents. *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2015; 2015: 412173. doi: 10.1155/2015/412173.
2. Veremchuk L.V., Yan'kova V.I., Vitkina T.I., Barskova L.S., Golokhvast K.S. Formirovaniye zagryazneniya atmosfernogo vozdukha goroda Vladivostoka i ego vliyanie na rasprostraneniye bolezney organov dykhaniya. *Sibirskiy nauchnyy meditsinskiy zhurnal.* 2015; 35(4): 55-61. (in Russian)
3. Vitkina T.I., Veremchuk L.V. Kompleksnaya otsenka vozdeystviya faktorov okruzha-yushchey sredy na immunometabolicheskuyu rezistentnost' naseleniya Primorskogo kraya. In: *Trudy Instituta meditsinskoy klimatologii i vosstanovitel'nogo lecheniya.* Vladivostok; 2014: 18-34. (in Russian)
4. Khizhnyak Yu.Yu., Kolosov V.P., Perel'man Yu.M. Sezonnaya dinamika prokhodimosti i reaktivnosti dykhatel'nykh putey u bol'nykh bronkhial'noy astmoy v usloviyakh mussonnogo klimata. *Tikhookeanskiy meditsinskiy zhurnal.* 2009; (1): 82-4. (in Russian)
5. Ivanov A.V., Tafeyeva E.A. Avtotransport kak osnovnoy istochnik zagryazneniya vozdushnogo basseyna na territorii Yugo-Vostochnogo regiona Respubliki Tatarstan. *Vestnik Nauchnogo tsentra bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti (NTsBZHd).* 2011; 1(7): 95-9. (in Russian)
6. Levanchuk A.V. Zagryazneniye okruzhayushchey sredy produktami ekspluatatsionnogo iznosa avtomobil'no-dorozhnogo kompleksa. *Gigiena i sanitariya.* 2014; 93(6): 17-21. (in Russian)
7. Fridman K.B., Lim T.E., Shustalov S.N. Kontseptual'naya model' otsenki i upravleniya riskom zdorov'yu u naseleniya ot transportnykh zagryazneniy. *Gigiena i sanitariya.* 2011; (3): 25-8. (in Russian)
8. Veremchuk L.V., Yankova V.I., Vitkina T.I., Nazarenko A.V., Golokhvast K.S. Urban air pollution, climate and its impact on asthma morbidity. *Asian Pacific J. Trop. Biomed.* 2016; 6(1): 76-9.
9. Veremchuk L.V., Cherpak N.A., Gvozdenko T.A., Volkova M.V. Metodologiya otsenki vliyaniya zagryazneniya atmosfernogo vozdukha na formirovaniye urovney obshchey zaboлеваemosti bronkhial'noy astmoy. *Gigiena i sanitariya.* 2015; 94(3): 119-22. (in Russian)
10. *Pogoda i klimat. Chem dyshal Vladivostok.* [Elektronnyy resurs]. Available at: <http://www.Primogoda.ru>; <http://www.pogodaiklimat.ru> (in Russian)
11. Anan'ev V.Yu., Zhigaev D.S., Kislitsina L.V., Kiku P.F. Otsenka vliyaniya atmo-sfernogo vozdukha na zdorov'e naseleniya Vladivostoka i ee osobennosti. *Zdorov'e. Meditsinskaya ekologiya. Nauka.* 2012; 3-4(49-50): 79-82. (in Russian)
12. Bibikov M.N., Kuchenko K.M., Kiselev S.A., eds. *Doklad o sostoyanii okruzhayushchey prirodnoy sredy Primorskogo kraya v 2000-2008 godakh. Primorskiy kray. Komitet okhrany okruzhayushchey sredy i prirodnykh resursov.* Vladivostok; 2009. (in Russian)
13. Golokhvast K.S. *Atmosfernye vzvesi gorodov Dal'negovostoka Rossii.* Vladivostok: Dal'nevostochnyy federal'nyy universitet; 2013. (in Russian)
14. Yan'kova V.I., Gvozdenko T.A., Golokhvast K.S. Granulometricheskyy analiz atmo-sfernnykh vzvesey ekologicheskii blagopoluchnogo i neblagopoluchnogo rayonov Vladivostoka. *Zdorov'e. Meditsinskaya ekologiya. Nauka.* 2014; 2(56): 62-6. (in Russian)

Поступила 07.09.16
Принята к печати 18.10.17