

ГИГИЕНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ РИСКОВ ПРИЧИНЕНИЯ ВРЕДА ЗДОРОВЬЮ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АЭРОВОЗДУШНЫХ КОМПЛЕКСОВ

¹ ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 614045, Пермь;

² ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», 614990, Пермь

Введение. В условиях плотной застройки селитебных территорий воздействие шума на людей продолжает возрастать, и особую актуальность приобретает прогнозирование и выявление приоритетных видов деятельности и территорий, требующих особого внимания при осуществлении контрольно-надзорных мероприятий, направленных на обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Материал и методы. хозяйственная деятельность аэровокзальных комплексов оценивалась по потенциальному риску причинения вреда здоровью с оценкой их пространственного и структурного распределения. Оценка риска здоровью населения в зоне влияния репрезентативного субъекта осуществлялась по Р2.1.10.1920–04 и МР2.1.10.0059–12.

Результаты. Показано, что деятельность аэровокзальных комплексов, классифицируемая как «Деятельность воздушного транспорта» 1 категории по потенциальному риску причинения вреда ($R^1 = 6,97 \cdot 10^{-3}$, масштаб воздействия более 155 тыс. человек) и расположенного в непосредственной близости к жилой застройке, репрезентативно подтверждает результаты оценки потенциального риска причинения вреда здоровью. Деятельность анализируемого хозяйствующего субъекта формирует ненормативное качество атмосферного воздуха (до 1,87 ПДК_{м.р.}, до 4,0 ПДК_{с.с.}, превышения по шумовому воздействию – до 90 дБ по максимальному и до 66,6 дБ по эквивалентному уровням), и повышенные параметры суммарного канцерогенного риска (TCR до 3,39E-04) и неканцерогенного риска (до 3,1 HQ_{ac}, до 43,5 HQ_{cr}; до 5,13 HI_{ac}, до 47,3 HI_{cr}). Приоритетными факторами риска являются бензол, формальдегид, марганец и его соединения, оксид меди, хлористый водород, взвешенные вещества и пр. Внешнесредовая акустическая экспозиция формирует высокие уровни риска в возрасте 47 лет жизни (и старше), умеренные уровни – к возрасту 15 лет (и старше).

Выводы. Сложившаяся ситуация требует разработки и реализации комплекса оперативных и плановых мероприятий санитарно-гигиенического, правового, технологического, организационного, медико-профилактического характера.

Ключевые слова: аэровокзальные комплексы; деятельность воздушного транспорта; хозяйствующий субъект; контрольно-надзорная деятельность; санитарно-эпидемиологическое благополучие; потенциальный риск причинения вреда; риск здоровью; факторы риска; здоровье населения.

Для цитирования: Клейн С.В., Май И.В., Кирьянов Д.А. Гигиенический анализ потенциальных рисков причинения вреда здоровью при осуществлении деятельности аэровокзальных комплексов. *Гигиена и санитария*. 2019; 98 (3): 268–275. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-3-268-275>

Для корреспонденции: Клейн Светлана Владиславовна, кандидат мед. наук, вед. науч. сотр. с исполнением обязанностей зав. отделом системных методов санитарно-гигиенического анализа и мониторинга, ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 614045, Пермь. E-mail: kleyan@fcrisk.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Поступила 03.10.2018

Принята к печати 06.02.2019

Kleyan S.V.^{1,2}, May I.V.^{1,2}, Kiryanov D.A.^{1,2}

HYGIENIC ANALYSIS OF POTENTIAL RISKS OF HEALTH HARM IN THE IMPLEMENTATION OF AIRPORT COMPLEXES ACTIVITY

¹Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation;

²Perm State University, Perm, 614990, Russian Federation

Introduction. The noise impact on human health continues to grow under the conditions of dense development of residential areas. Therefore it is necessary to forecast and identify priority activities and areas requiring special attention when conducting control and supervisory measures on the sanitary and epidemiological well-being of the population.

Material and methods. The economic activity of airport complexes was assessed according to the potential risk to health. Also, spatial and structural distributions of potential risks were estimated. Health risk assessment in the zone of influence of airport complexes was carried out according to Guidelines 2.1.10.1920-04 and 2.1.00.0059-12.

Results. The activity of airborne complexes, classified as “Air Transport Activity” category 1 by the potential risk of harm ($R1 = 6.97 \cdot 10^{-3}$, the scale of the impact is more than 155 thousand people) and located in close proximity to residential development, is shown to representatively confirm the results of the assessment of the potential risk of harm to health. The activity of the analyzed economic entity forms non-normative quality of atmospheric air (up to 1.87 maximum one-time MPC., Up to 4.0 daily average (da) MAC_{da}, noise exposure exceedances - up to 90 dB at maximum and up to 66.6 dB at equivalent levels) carcinogenic risk (TCR up to 3.39E-04) and non-carcinogenic risk (up to 3.1 HQ_{ac}, up to 43.5 HQ_{cr}; up to 5.13 HI_{ac}, up to 47.3 HI_{cr}). The priority risk factors are benzene, formaldehyde, manganese and its compounds, copper oxide, hydrogen chloride, suspended solids, etc. The external

average acoustic exposure forms high levels of risk at the age of 47 years of life (and older), moderate levels by the age of 15 years (and older).

Conclusion. The current situation requires the development and implementation of a set of operational and planned measures of sanitary and hygienic, legal, technological, organizational, medical and preventive nature.

Key words: airport complexes; air transport activities; business entity; control and supervisory activities; sanitary and epidemiological well-being; potential risk of harm; health risk; risk factors; public health

For citation: Kleyn S.V., May I.V., Kiryanov D.A. Hygienic analysis of potential risks of health harm in the implementation of airport complexes activity. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2019; 98(3): 268-275. (In Russ.). DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-3-268-275

For correspondence: Svetlana V. Kleyn, MD, Ph.D., Researcher with the duties of the head of the Department of System Methods of Sanitary and Hygienic Analysis and Monitoring, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation. E-mail: kleyn@fcrisk.ru

Information about the author: Kleyn S.V., <http://orcid.org/0000-0002-2534-5713>;
May I.V., <http://orcid.org/0000-0003-0976-7016>; Kiryanov D.A., <http://orcid.org/0000-0002-5406-4961>

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

Acknowledgments. The study had no sponsorship.

Received: 03 October 2018

Accepted: 06 February 2019

Введение

По данным Государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации» приоритетными санитарно-гигиеническими факторами окружающей среды, формирующими медико-демографические потери, являются: химическое загрязнение атмосферного воздуха и питьевой воды, а также физические факторы воздействия (шум, вибрация, ультразвук, инфразвук и др.)¹⁻⁵ При этом число источников физических факторов неионизирующей природы, влияющих на условия проживания и потенциально на здоровье населения на территориях жилой застройки, продолжает расти. Результаты моделирования данных СГМ и параметров здоровья населения РФ свидетельствуют, что физические факторы за последние 5 лет вероятностно формировали до 41,3 тыс. дополнительных ассоциированных случаев смерти и до 2838,0 тыс. заболеваний. Наиболее значимым физическим фактором, оказывающим влияние на окружающую среду человека, является шум. Постоянное акустическое загрязнение, в основном городских территорий, является причиной заболеваний сердечно-сосудистой, нервной систем и органов слуха⁵.

В условиях плотной застройки селитебных территорий воздействие шума на людей продолжает возрастать. Удельный вес результатов исследований шума, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям, составил в 2016 г. 16,6%, 2015 г. – 13,6%^{4,5}. Воздействию ненормативного уровня шума в Российской Федерации

ежегодно подвергаются свыше 3,5 млн человек¹⁻⁵. Доля обращений граждан по поводу акустического воздействия составляет 58% от общего количества жалоб на воздействие факторов физической природы, а в ряде субъектов Российской Федерации превышает 70% (рис. 1)⁵.

В основном население жалуется на акустический дискомфорт, создаваемый встроенными или пристроенными к жилым домам системами вентиляции и холодильного оборудования предприятий торговли, общественного питания, сферы обслуживания; на шум от акустической аппаратуры; вибрацию и шум от работы лифтов и отопительного оборудования в жилых домах; транспортный шум⁵. Люди предъявляют жалобы на головокружение, головную боль, шум в ушах, нарушение сна, тахикардию, раздражительность, тошноту, нарушение внимания и памяти и другие жалобы. Результаты исследований, проводимых на данных территориях, свидетельствуют о росте общей и хронической заболеваемости, более высоких показателях заболеваемости в классах болезней нервной (вегетососудистые нарушения, астеноневротический синдром) и сердечно-сосудистой систем (артериальная гипертензия, ишемическая болезнь сердца) [1–23]. Шум от авиационного транспорта вызывает чувство раздражения у существенно большего числа обследуемых по сравнению с шумом от железнодорожного и автомобильного транспорта, что может объясняться на-

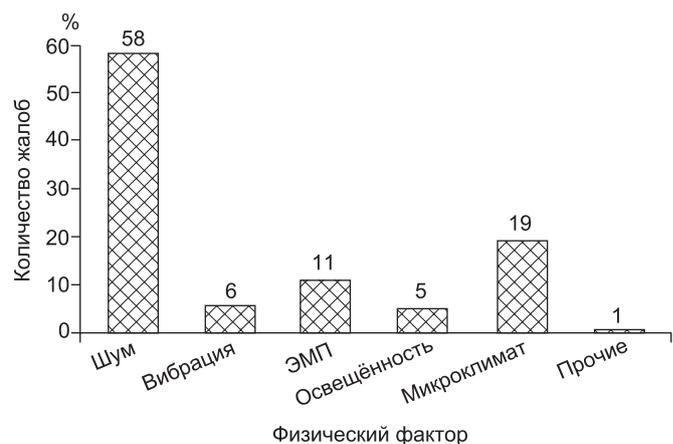


Рис. 1. Структура жалоб населения на воздействие физических факторов (РФ, 2016 г.).

¹ О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2012 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2013: 176.

² О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2013 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2014: 191.

³ О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2014 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2015: 206.

⁴ О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2015 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2016: 200.

⁵ О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2016 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2017: 220.

личием в спектре авиационного шума инфразвука и звука высокочастотного диапазона [4].

В настоящее время в Российской Федерации функционирует без учёта военных аэродромов более 200 аэро-воздушных комплексов (аэропортов): в «Государственном реестре гражданских аэродромов и вертодромов Российской Федерации» по состоянию на конец 2017 г. зарегистрировано 229 аэродромов и 5 вертодромов, из которых более 35% расположены в границах населённых пунктов, формируя вредное акустическое воздействие на экспонированное население [3]. Воздушные суда являются основным источником авиационного шума за счёт работы основных и дополнительных авиационных двигателей, кондиционеров, компрессоров, а также самого корпуса судна во время полета. При подготовке воздушного судна к полёту, при взлёте и наборе высоты преобладает шум двигателя, а при полёте и посадке – аэродинамический шум (за счёт обтекания воздухом корпуса воздушного судна). Шум от авиационного транспорта обладает рядом особенностей: он непостоянный, высокоинтенсивный, широкополосный с инфразвуковой составляющей (что способствует его распространению на большие расстояния). Спектр авиационного шума носит высокочастотный характер и в зависимости от типа воздушного судна может иметь несколько максимумов. Цикличность действия такого вида шума зависит от метеословий, но не зависит от времени суток [3].

В окрестностях аэропортов авиационный шум оказывает существенное влияние на шумовой режим территории, интенсивность которого зависит от расположения взлётно-посадочных полос, расстояния до них, частоты полётов в течение суток, сезонов года, типов эксплуатируемых воздушных судов, высоты и скорости полёта и ряда других факторов. Эксплуатация большетоннажных самолётов с мощными турбовинтовыми и турбореактивными двигателями, увеличение интенсивности взлётов и посадок, рост парка и расширение сферы применения гражданских вертолётов приводят к шумовому загрязнению территорий под воздушными трассами и приаэродромных территорий [25]. При этом в летнее время повышение «зашумлённости» обусловлено увеличением интенсивности регулярных и нерегулярных перевозок как международных, так и внутренних направлений.

Около 2–3% населения Российской Федерации проживают вблизи санитарно-защитных зон аэропортов, в том числе до 1,5 млн человек живут в условиях ненормативного качества среды обитания [26, 27]. Результаты многочисленных исследований свидетельствуют, что круглосуточная интенсивная работа аэропортов формирует шумовую экспозицию на территориях жилой застройки до 80 дБА в дневное время и до 78 дБА – в ночное время, максимальные значения колеблются от 92 до 108 дБА, эквивалентный уровень – от 75 до 85 дБА [25, 28–30]. В то же время одновременно с шумовым воздействием экспонированное население подвержено химическому влиянию компонентов топлив, загрязняющих атмосферу в результате деятельности воздушных судов [5, 24].

Проблема транспортного шума особенно актуальна для крупных городов, таких как: Москва, Санкт-Петербург, Красноярск, Екатеринбург, Ростов-на-Дону и др. Ежегодное увеличение количества автомобилей (в особенности легковых) и авиационных перевозок актуализирует проблемы негативного комплексного шумового и химического воздействия транспорта^{3,5} и необходимость расширения и углубления знаний в данном направлении для задач практической деятельности специалистов Роспотребнад-

зора при осуществлении контроля (надзора), проведении санитарно-эпидемиологических исследований, оценок и экспертиз. В этой связи гигиенический анализ структурного и пространственного распределения потенциальных рисков причинения вреда здоровью при осуществлении хозяйственной деятельности в сфере «Деятельность воздушного транспорта» является важной и насущной гигиенической задачей.

Материал и методы

Потенциальный риск причинения вреда здоровью населения в связи с хозяйственной деятельностью производственных объектов определялся как произведение вероятности нарушения законодательства, тяжести последствий для здоровья (относительный вред здоровью) при нарушении законодательства и масштаба воздействия на население со стороны хозяйствующего субъекта (производственного объекта) в соответствии с МР 5.1.0116–17⁶. Исследование системы причинно-следственных связей, отражающих влияние частоты нарушений отдельных статей Федерального закона N 52-ФЗ на распространённость заболеваемости населения в разрезе классов болезней и возрастных групп (с использованием данных по субъектам РФ), выполнено путём построения регрессионных моделей:

$$y_i = \alpha_{i0} + \sum \alpha_{ik} p_k,$$

где y_i – распространённость нарушений здоровья i -го вида (отдельные классы/нозологические группы заболеваний и причин смерти); p_k – частота нарушения k -ой статьи законодательства.

Гигиенический анализ пространственного и структурного распределения потенциальных рисков причинения вреда здоровью в отношении «Деятельности воздушного транспорта» осуществлялся по данным ведомственной статистической отчётности – Форме федерального статистического наблюдения 1-контроль «Сведения об осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» за 2016 г. и данным федерального реестра хозяйствующих субъектов (ЮЛ/ИП), подлежащих санитарно-эпидемиологическому контролю/надзору по состоянию на май 2017 г.

Сравнительная гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха в зонах влияния деятельности репрезентативного хозяйствующего субъекта осуществлялась по данным Управления Роспотребнадзора по г. Санкт-Петербургу за 2007–2012 гг. (по 17 химическим веществам и уровню шумового воздействия). Исследования были выполнены аккредитованным в установленном порядке ИЛЦ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Санкт-Петербург» стандартными методами (РД 52.04.186–89, МУК 4.1.1045–01, МУК 4.1.1273–03, ПНД Ф 13.1.2:3.19–98 и др.). Хранение и обработка всех данных осуществлялась в среде геоинформационной системы (ArcGis 9.3.1) с отображением данных на векторной карте исследуемой территории.

Оценка риска здоровью населения осуществлялась по классическому алгоритму в соответствии с Руководством

⁶ МР 5.1.0116–17. Риск-ориентированная модель контрольно-надзорной деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия. Классификация хозяйствующих субъектов, видов деятельности и объектов надзора по потенциальному риску причинения вреда здоровью человека для организации плановых контрольно-надзорных мероприятий: методические рекомендации. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2017:31.

Р 2.1.10.1920–04⁷ для химического фактора и с МР 2.1.10.0059–12⁸ – для шумового фактора.

Результаты

По данным федерального реестра хозяйствующих субъектов (ЮЛ/ИП), подлежащих санитарно-эпидемиологическому контролю/надзору (по состоянию на май 2017 г.) общее количество субъектов, осуществляющих «Деятельность транспортных средств», составило более 10 тыс. При этом в структуре реестра по показателю среднего потенциального риска причинения вреда здоровью на один хозяйствующий субъект (R_{cp}^l) в разрезе основных групп видов деятельности «Деятельность транспортных средств» занимала 2-е место ($R_{cp}^l = 7,55 \cdot 10^{-3}$) после «Деятельности промышленных предприятий» ($R_{cp}^l = 8,11 \cdot 10^{-3}$).

В структуре «Деятельности транспортных средств» максимальные значения по данному показателю формировались в «Деятельности воздушного транспорта» ($1,88 \cdot 10^{-1}$) и «Деятельности железнодорожного транспорта» ($3,82 \cdot 10^{-2}$) (рис. 2).

Анализ Федерального реестра хозяйствующих субъектов, подлежащих санитарно-эпидемиологическому контролю (надзору) показал, что количество хозяйствующих субъектов в РФ, реализующих «Деятельность воздушного транспорта», составило 283 субъекта. При этом доля субъектов, реализующих этот вид деятельности и относящихся к чрезвычайно-высокой и высокой (1-й и 2-й соответственно) категориям риска причинения вреда, составила 27,2%, к категории значительного риска (3-й категории) – 13,8%, среднего риска (4-й категории) – 16,3%, умеренного риска (5-й категории) – 8,8%, низкого риска (6-й категории) – 33,9% (рис. 3).

Значения показателей средневзвешенной частоты нарушений обязательных требований на одну проверку ($p(l)$) и показателей потенциального вреда здоровью человека из-за их возможного несоблюдения ($u(l)$) при осуществлении «Деятельности воздушного транспорта» для всех хозяйствующих субъектов, реализующих данный вид деятельности, равны (по результатам моделирования) 3,21 и 0,0107, соответственно (МР 5.1.0116–17). Различия, определяющие конечное значение параметров потенциального риска причинения вреда здоровью (R^l) деятельностью воздушного транспорта у отдельного хозяйствующего субъекта, обусловлены отличием показателя, характеризующего численность населения, которое находится под воздействием i -го производственного объекта (M_i , масштаб воздействия, млн человек). При этом значение показателя $u(l) = 0,0107$ с учётом внешнесредового воздействия этого вида деятельности структурно включает в себя потенциальный вред здоровью человека из-за возможного несоблюдения обязательных требований 20-й статьи 52-ФЗ⁹ в отношении таких видов нарушений

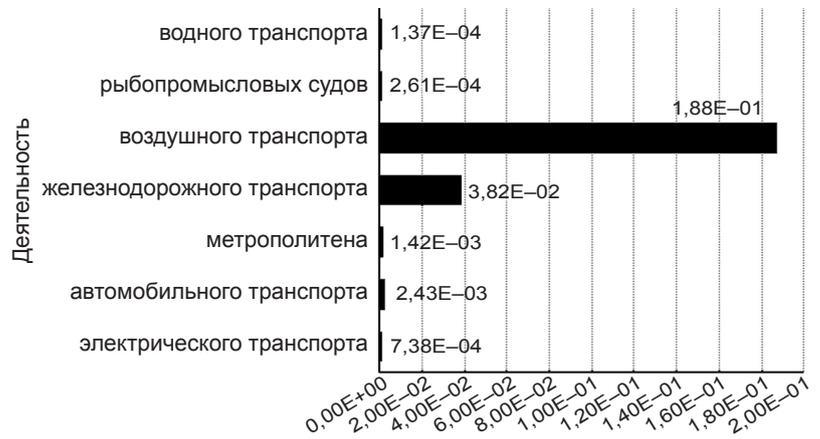


Рис. 2. Соотношение показателя R_{cp}^l в разрезе реализуемых видов деятельности, относящихся к «Деятельности транспортных средств».

здоровья, как «Болезни органов дыхания» ($u^i = 0,00055$), «Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм» ($u^i = 0,00072$), «Болезни нервной системы» ($u^i = 0,00029$), «Болезни уха и сосцевидного отростка» ($u^i = 0,00018$), «Болезни системы кровообращения» ($u^i = 0,00008$), «Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ» ($u^i = 0,00004$), «Новообразования» ($u^i = 0,00177$).

Основным контингентом населения, на который направлено влияние «Деятельности воздушного транспорта», являются потребители услуг и население в зонах воздействия загрязнений атмосферного воздуха, почв, водных объектов. При этом по данным Реестра масштаб воздействия (M_i) для хозяйствующих субъектов, реализующих «Деятельность воздушного транспорта», чрезвычайно-высокой и высокой категорий по потенциальному риску причинения вреда находится в диапазоне 0,03–0,41 и 0,003–0,019 млн человек соответственно, а уровень потенциального риска причинения вреда здоровью (R^l) для данных категорий хозяйствующих субъектов – $1,18 \cdot 10^{-3}$ – $1,40 \cdot 10^{-2}$ и $1,13 \cdot 10^{-4}$ – $6,43 \cdot 10^{-4}$ соответственно.

Анализ распределения хозяйствующих субъектов (ЮЛ/ИП), реализующих деятельность воздушного транспорта по категориям потенциального риска причинения

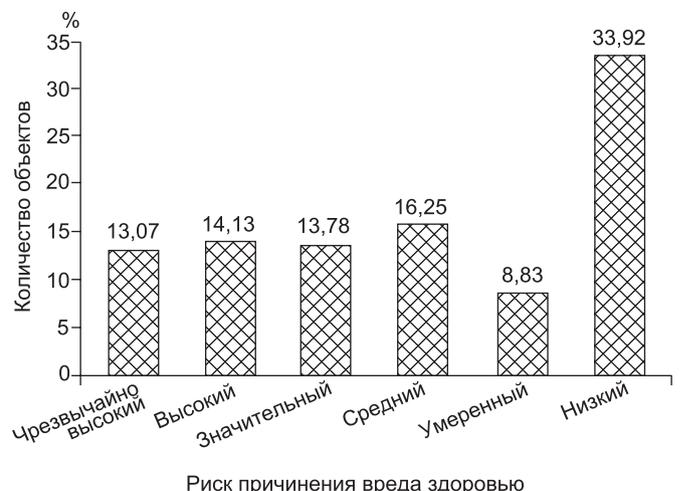


Рис. 3. Структура хозяйствующих субъектов (ЮЛ/ИП), реализующих «Деятельность воздушного транспорта», по категориям потенциального риска причинения вреда здоровью в РФ.

⁷ Р 2.1.10.1920–04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004: 143.

⁸ МР 2.1.10.0059–12. Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума: методические рекомендации. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2012: 40.

⁹ Статья 20. Санитарно-эпидемиологические требования к атмосферному воздуху в городских и сельских поселениях, на территориях промышленных организаций, воздуху в рабочих зонах производственных помещений, жилых и других помещениях: Федеральный закон от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

Таблица 1

Уровни канцерогенного риска в репрезентативных точках исследованных зон влияния деятельности аэропорта

Канцерогенные вещества	Вблизи СЗЗ	В зоне влияния аэропорта
Бензол	1,62E-04	1,34E-04
Бенз(а)пирен	6,88E-07	5,96E-07
Формальдегид	1,65E-04	1,10E-04
Этилбензол	1,17E-05	1,04E-05
Суммарный канцерогенный риск	3,39E-04	2,54E-04

вреда здоровью в разрезе регионов РФ (рис. 4, см. на 2-й стр. обложки), свидетельствует, что в категориях 1 и 2 – чрезвычайно-высокого и высокого риска соответственно – входят хозяйствующие субъекты (аэропорты) с высокой пропускной способностью (пассажиропоток более 1 млн человек) и/или расположенные в черте (или непосредственной близости) к селитебной территории: аэропорты «Шереметьево», «Домодедово», «Внуково» (г. Москва), «Пулково» (г. Санкт-Петербург), «Омск-Центральный» (г. Омск), «Пашковский» (г. Краснодар), «Якутск» (г. Якутск) и др. аэропорты.

В последнем случае в результате хозяйственной деятельности субъектов в сфере «Деятельность воздушного транспорта» 1-й и 2-й категорий по потенциальному риску причинения вреда здоровью численность населения, находящегося под вредным воздействием загрязнений атмосферного воздуха, варьировала в диапазоне от 3 до 395 тыс. человек. При этом пространственный анализ свидетельствует, что потенциальные риски причинения вреда здоровью, формируемые хозяйственной деятельностью субъектов различных категорий в сфере «Деятельность воздушного транспорта», характерны для большинства регионов РФ (рис. 5, см. на 2-й стр. обложки)¹⁰.

Репрезентативная гигиеническая оценка ситуации в зоне влияния крупного аэропорта (аэропорт Пулково, г. Санкт-Петербург), осуществляющего «Деятельность воздушного транспорта» 1 категории по потенциальному риску причинения вреда ($R^I = 6,97 \cdot 10^{-3}$, масштаб воздействия более 155 тыс. человек) и расположенного в непосредственной близости к селитебной территории (большая часть аэропорта – в Московском районе Санкт-Петербурга, часть одной из взлётно-посадочных полос – в Ломоносовском районе Ленинградской области) показала, что деятельность транспортного предприятия оказывает непосредственное воздействие на атмосферный воздух, и, следовательно, на экспонированное население. Факторами риска являлись химические вещества – загрязнители атмосферного воздуха и акустический (авиационный) шум. Аэропорт «Пулково» входит в пятерку лидеров среди аэропортов России по объёму перевозок (четвёртое место): пассажиропоток в 2017 г. составил более 16 млн пассажиров, а это более 152 тыс. взлётов-посадок.

Репрезентативная оценка внешнесредового риска здоровью населения в условиях хронического воздействия химических факторов атмосферного воздуха в зоне влияния хозяйствующего субъекта, осуществляющего «Деятельность воздушного транспорта», на этапе идентификации опасности показала, что мониторинг за исследуемый

период осуществлялся по 17 загрязняющим веществам (взвешенные вещества, азота диоксид, фенол, формальдегид, бензол, толуол, этилбензол, бенз(а)пирен, углерода оксид, аммиак, гидрохлорид, ксилол, ацетон, марганец и его соединения, меди оксид, серы диоксид, свинец), комбинированное хроническое воздействие которых может формировать риски здоровью экспонированного населения, выраженные индексами опасности в отношении органов дыхания, сердечно-сосудистой, центральной нервной, эндокринной систем, печени, иммунной системы, системы крови, почек, репродуктивной системы, процессов развития. При острой экспозиции – в отношении органов дыхания, ЦНС, органов зрения, процессов развития. Канцерогенными свойствами обладают 4 из 17 веществ, включённых в оценку риска, – бенз(а)пирен, бензол, формальдегид, этилбензол (Р 2.1.10.1920–04).

На этапе оценки экспозиции установлено, что за исследуемый период превышения разовых гигиенических нормативов регистрировали только в отношении взвешенных частиц (до 1,87 ПДК_{м.р.})¹¹. Референтные уровни также были превышены только по пыли (до 3,1 НQас). Вместе с тем, из всех точек инструментальных измерений в системе социально-гигиенического мониторинга, где количество измерений репрезентативно отражало качество атмосферного воздуха (не менее 50 измерений), самые высокие уровни химических примесей постоянно регистрировались на границе СЗЗ аэропорта или в непосредственной близости к ней. Также установлено, что на границе СЗЗ и в жилой застройке вблизи аэропорта допустимый уровень суммарного загрязнения (1,0) превышен по всем выявленным группам суммации с наибольшим уровнем по группе 6010 – до 3,5. С удалением от границ СЗЗ аэропорта уровни суммарного загрязнения снижались.

Из 17 мониторируемых веществ среднесезонное значение выше гигиенического норматива (ПДК_{с.с.}) регистрировалось для шести анализируемых химических веществ (взвешенные вещества, формальдегид, фенол, азота диоксид, хлористый водород, марганец и его соединения), кратность превышения от 1,1 до 4,0.

В целом полученные результаты по оценке уровня загрязнения атмосферного воздуха анализируемых зон влияния деятельности аэропорта и, соответственно, вероятной экспозиции населения, свидетельствуют о нарушении прав граждан на благоприятную среду обитания, что является нарушением п. 1 ст. 42 Конституции Российской Федерации, ст. 8, 11 Федерального закона от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», ст. 30 Федерального закона от 04.05.1999 г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» и раздела 4 СанПиН 2.1.6.1032–01 «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населённых мест».

На этапе характеристики риска установлено, что уровни канцерогенного риска как вблизи СЗЗ, так и в зоне влияния аэропорта превышали границу приемлемого риска (10^{-4}), наибольшие значения формировались для населения, проживающего вблизи СЗЗ (табл. 1).

Коэффициенты опасности острого воздействия выше приемлемых значений формировались только для взвешенных частиц (НQас 1,03–1,37).

Коэффициенты опасности при хроническом воздействии выше приемлемых уровней формировались для азота диоксида (НQсг 1,35–2,08), взвешенных веществ

¹⁰ Отражены субъекты, внесённые в Федеральный реестр хозяйствующих субъектов (ЮЛ/ИП), подлежащих санитарно-эпидемиологическому надзору по состоянию на 15 мая 2017 г.

¹¹ ГН 2.1.6.1338–03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/901865554> (дата обращения: 25.01.2018).

Таблица 2

Индексы опасности развития нарушений здоровья при остром воздействии анализируемых веществ в мониторинговых точках

Органы- и системы-мишени	Вблизи границы СЗЗ	В зоне влияния аэропорта
Органы дыхания	5,13	4,63
Системные эффекты	3,11	2,87
Органы зрения	0,89	1,14
Процессы развития	0,83	0,61
Иммунная система	0,65	0,39
Репродуктивная система	0,65	0,39

(НҚСг 2,85–4,09), хлористого водорода (НҚСг 4,32–5,54), марганца (НҚСг 20,0–43,5), меди оксида (НҚСг 6,83–8,53) и формальдегида (НҚСг 2,78–4,17). Наибольшие коэффициенты опасности формировались для марганца (до 43,5), при этом в пределах и на границе санитарно-защитной зоны его максимальные значения в 2 раза превышали показатели, регистрируемые вблизи санитарно-защитной зоны или на удалении от аэропорта в зоне влияния его хозяйственной деятельности.

Уровни острого неканцерогенного риска превышали допустимое значение для органов дыхания и системных эффектов во всех исследуемых репрезентативных зонах. Однако индексы опасности как количественные параметры характеристики риска имели наибольшие значения в зоне, прилегающей к аэропорту (табл. 2).

Уровни хронического риска, выраженного индексами опасности, существенно превышали допустимые уровни и характеризовались как высокие (НҚСг от 21,92 до 47,34) в отношении органов дыхания и ЦНС. Кроме того, выше допустимого уровня хронического риска формировались в отношении большинства анализируемых критических органов и систем во всех исследованных зонах влияния деятельности аэропорта (табл. 3). Так, вблизи границы СЗЗ неприемлемые риски для здоровья формировались в отношении системы кроветворения, сердечно-сосудистой системы, процессов развития, почек, репродуктивной системы и пр., НҚСг находились в диапазоне от 1,1 до 6,3. Основной вклад в риск развития патологии органов дыхания и ЦНС вносили марганец и его соединения (76,7% – в индексы опасности патологии органов дыхания и 95,7% – в ЦНС в зоне максимального риска, т. е. вблизи границы санитарно-защитной зоны).

При оценке шумового воздействия на этапе идентификации опасности установлено, что хозяйственная деятельность аэропорта в сфере «Деятельность воздушного транспорта» формирует акустическое воздействие (авиационный шум) при прогреве двигателей воздушного транспорта, при движении транспорта по взлётно-посадочной полосе и при взлётах и посадках авиационных судов (во время их нахождения в воздухе). По результатам натурных измерений за период 2007–2012 гг., максимальные и среднемноголетние уровни шума превышали допустимые значения во всех мониторинговых точках на селитебной территории в границах акустических контуров от пролётов воздушных судов аэропорта на различных расстояниях от взлётно-посадочной полосы и мест прогрева двигателей. При этом наибольшие уровни шума регистрировались на границе санитарно-защитной зоны аэропорта и в непосредственной близости к ней (табл. 4).

В целом во всех исследованных зонах параметры хронического шумового воздействия превышали значения, при которых, по данным релевантной научной литерату-

Таблица 3

Индексы опасности развития нарушений здоровья при хроническом воздействии анализируемых веществ в мониторинговых точках

Органы- и системы-мишени	Вблизи границы СЗЗ	В зоне влияния аэропорта
Органы дыхания	47,34	47,60
ЦНС	22,49	21,92
Почки	6,29	5,94
Иммунная система	5,70	4,23
Нейроэндокринная система	5,41	5,21
Органы зрения	4,00	2,67
Кровотворная система	3,56	2,41
Процессы развития	2,62	2,19
Сердечно-сосудистая система	1,82	1,43
Репродуктивная система	1,10	0,77
Печень	0,89	0,74
Красный костный мозг	0,70	0,57

ры, могут формироваться нарушения здоровья населения, в том числе в отношении нервной, сердечно-сосудистой систем и органов слуха [1–5, МР 2.1.10.0059-12].

Оценка внешнесредового риска здоровью, выполненная в соответствии с Р 2.1.10.1920–04, выявила, что повышенные до 60 дБ и более уровни шума формируют высокие и/или умеренные риски возникновения нарушений нервной и сердечно-сосудистой систем во всех зонах влияния хозяйственной деятельности аэропорта. В частности, постоянная интенсивная шумовая экспозиция формирует высокий риск нарушений здоровья для населения территории, максимально приближённой к авиационному узлу (уровень эквивалентного шума 66,6 дБ), в возрасте около 47 лет жизни, умеренный риск – к возрасту 15 лет.

На удалении от хозяйствующего субъекта, осуществляющего «Деятельность воздушного транспорта», риски развития нарушений здоровья, связанных с шумовой экспозицией, снижаются. На территории, расположенной под глиссадой по ходу взлётов и посадок воздушных судов, длительное шумовое воздействие (уровень эквивалентного шума 63,7 дБ) формирует высокие риски для здоровья населения к 58 годам, умеренные – к 20 годам жизни. На расстоянии 6–7 км от аэропорта (эквивалентный уровень звука 61,5 дБ) риски, оцениваемые как высокие, формируются к 74 годам жизни, умеренные – к 30 годам.

Таблица 4

Уровни шумовой нагрузки (дБ) на исследованных зонах в 2007–2012 гг.

Показатель	На границе СЗЗ	Вблизи границы СЗЗ	В зоне влияния аэропорта	ПДУ	
				день	ночь
Максимальный уровень звука, максимальные значения	90,0	78,6	70,2	70	60
Эквивалентный уровень звука, средние значения	66,57 ± 7,25	61,5 ± 6,02	63,7 ± 6,37	55	45

Обсуждение

Полученные результаты свидетельствуют, что хозяйственная деятельность аэровоздушных комплексов – субъектов, осуществляющих «Деятельность воздушного транспорта» и относящихся к высоким категориям по потенциальному риску причинения вреда здоровью, формирует гигиенические проблемы, связанные с загрязнением объектов окружающей среды путём нарушения статей действующего санитарного законодательства. Формирование повышенных уровней внешнесредового риска здоровью экспонированного населения подтверждает результаты оценки потенциального риска причинения вреда здоровью и имеющиеся данные отечественных и зарубежных исследований о негативном воздействии ненормативных уровней химического и физического факторов в зоне влияния крупных авиационных узлов. Следствием сложившейся ситуации являются территориальные проблемы гигиенического и экологического характера, требующие разработки комплексных мер по минимизации риска и потенциального вреда здоровью экспонированного населения.

Выводы

1. По показателю среднего потенциального риска причинения вреда здоровью на один хозяйствующий субъект «Деятельность воздушного транспорта» занимает лидирующие позиции ($R^i_{cp} = 1,88 \cdot 10^{-3}$) в приоритетной группе реализуемых в Российской Федерации видов деятельности «Деятельность транспортных средств» (2-е место, $R^i_{cp} = 7,55 \cdot 10^{-3}$).

2. Доля аэровоздушных комплексов, реализующих «Деятельность воздушного транспорта» и относящихся к чрезвычайно-высокой и высокой (1-й и 2-й соответственно) категориям по потенциальному риску причинения вреда составляет 27,2%.

3. Несоблюдение обязательных требований статьи 20 Федерального закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» при осуществлении «Деятельности воздушного транспорта» формирует потенциальный вред здоровью в отношении «Болезней органов дыхания» ($u^i = 0,00055$), «Болезней крови, кроветворных органов и отдельных нарушений, вовлекающих иммунный механизм» ($u^i = 0,00072$), «Болезней нервной системы» ($u^i = 0,00029$), «Болезней уха и сосцевидного отростка» ($u^i = 0,00018$), «Болезней системы кровообращения» ($u^i = 0,00008$), «Болезней эндокринной системы, расстройств питания и нарушения обмена веществ» ($u^i = 0,00004$), «Новообразований» ($u^i = 0,00177$).

4. Основным контингентом населения, на который направлено влияние «Деятельности воздушного транспорта», являются потребители услуг и население в зонах воздействия загрязнений атмосферного воздуха, почв, водных объектов. Масштаб воздействия, по данным Реестра для хозяйствующих субъектов, чрезвычайно высокой и высокой категорий по потенциальному риску причинения вреда здоровью находился в диапазоне 0,03–0,41 и 0,003–0,019 млн человек соответственно, уровень потенциального риска причинения вреда (R^i) для данных категорий хозяйствующих субъектов составил $1,18 \cdot 10^{-3}$ – $1,40 \cdot 10^{-2}$ и $1,13 \cdot 10^{-4}$ – $6,43 \cdot 10^{-4}$ соответственно.

5. Аэровоздушные комплексы, реализующие «Деятельность воздушного транспорта» чрезвычайно-высокого и высокого риска – это аэропорты с высокой пропускной способностью (пассажиропоток за год более 1 млн человек) и/или аэропорты, расположенные в черте

(или непосредственной близости) к селитебной территории. Потенциальные риски причинения вреда здоровью, формируемые хозяйственной деятельностью субъектов различных категорий в сфере «Деятельность воздушного транспорта», характерны для большинства регионов РФ.

6. Гигиеническая оценка внешнесредового риска, связанного с воздействием химических и физических (шум) факторов, в зоне влияния деятельности крупного аэропорта, осуществляющего «Деятельность воздушного транспорта» 1-й категории ($R^i = 6,97 \cdot 10^{-3}$, масштаб воздействия более 155 тыс. человек) и расположенного в непосредственной близости к жилой застройке, репрезентативно подтверждает результаты оценки потенциального риска причинения вреда здоровью. Деятельность анализируемого хозяйствующего субъекта формирует ненормативное качество атмосферного воздуха (до 1,87 ПДКм.р., до 4,0 ПДКс.с., превышения по шумовому воздействию – до 90 дБ по максимальному и до 66,6 дБ по эквивалентному уровням) и повышенные коэффициенты опасности (до 3,1 HQac, до 43,5 HQcr).

7. Аддитивное воздействие факторов внешнесредового риска формирует недопустимый уровень суммарного канцерогенного риска (TCR до 3,39E-04) и неканцерогенного риска, выраженного индексами опасности в отношении органов дыхания, центральной нервной системы, почек, иммунной, нейроэндокринной систем, органов зрения, сердечно-сосудистой системы и других органов (до 5,13 HQac, до 47,3 HQcr). Приоритетными факторами риска являются бензол, формальдегид, марганец и его соединения, меди оксид, хлористый водород, взвешенные вещества и пр.

8. Установленные уровни внешнесредовой акустической экспозиции (более 60 Дб) в зонах влияния хозяйственной деятельности аэропорта формируют высокие уровни риска у людей в возрасте 47 лет и старше, умеренные уровни – в возрасте 15 лет и старше.

9. Сложившаяся ситуация требует разработки и реализации комплекса оперативных и плановых мероприятий санитарно-гигиенического, правового, технологического, организационного, медико-профилактического характера.

Литература

(пп. 13, 15–23 см. в References)

1. Андреева Е.Е., Онищенко Г.Г., Клейн С.В. Гигиеническая оценка приоритетных факторов риска среды обитания и состояния здоровья населения г. Москвы. *Анализ риска здоровью*. 2016; 3: 23–34. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.03.
2. Зинкин В.Н., Богомолов А.В., Ахметзянов И.М., Шешегов П.М. Экологические аспекты безопасности жизнедеятельности населения, подвергающегося воздействию авиационного шума. *Теоретическая и прикладная экология*. 2011; 3: 97–101.
3. Солдатов С.К., Зинкин В.Н. Авиационный шум как причина экологических и социальных проблем. *Системный анализ в медицине: Материалы IX международной научной конференции*. Под ред. В.П. Колосова. 2015; 172–6.
4. Зинкин В.Н., Богомолов А.В., Драган С.П., Ахметзянов И.М. Кумулятивные медико-экологические эффекты сочетанного действия шума и инфразвука. *Экология и промышленность России*. 2012; 3: 46–9.
5. Зинкин В.Н., Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А., Солдатов С.К. Медико-социальные аспекты безопасности населения, подвергающегося кумулятивному воздействию авиационного шума. *Экология промышленного производства*. 2011; 2: 9–14.
6. Солдатов С.К., Зинкин В.Н., Шешегов П.М., Харитонов В.В. Состояние здоровья населения, подвергающегося воздействию авиационного шума. *Концепт*. 2013; 3: 1201–05.
7. Щербинская И.П., Филонов В.П., Запороженко А.А., Соловьева И.В., Быкова Н.П., Мараховская С.В., Кулеша З.В., Арбузов И.В., Худинский С.С., Строенко Е.В., Жевняк И.В. Влияние шума и вибрации на здоровье населения. *Здравоохранение (Минск)*. 2012; 6: 48–51.

8. Почекаева Е.И., Бондин В.И., Попова Т.В. Воздействие шума автотранспорта на здоровье населения и меры борьбы с ним в условиях крупного города. *Валеология*. 2012; 4: 62–7.
9. Зинкин В.Н., Солдатов С.К., Шишов А.А., Радченко С.Н., Шешегов П.М. Состояние здоровья и заболеваемость населения, подвергающегося кумулятивному воздействию авиационного шума. *Здоровье населения и среда обитания*. 2014; 252 (3): 12–4.
10. Харламов А.П., Татянюк Т.К. Влияние транспортного шума на здоровье населения крупного промышленного центра. *Санитарный врач*. 2012; 12: 22–6.
11. Цыплухина Ю.В., Манченко Е.В. Воздействие авиационного шума на здоровье населения. *Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций*. 2016; 1 (7): 356–60.
12. Васильев А.В. Влияние шума на здоровье населения в условиях г.о. Тольятти. *Журнал экологии и промышленной безопасности*. 2012; 3–4 (55–56): 45–7.
14. Дорофеева С.Г., Шелухина А.Н., Тертерян Л.И., Прокофьева Ю.В., Мансимова О.В., Конопля Е.Н. Влияние шума на здоровье населения. *Научный альманах*. 2016; 12–2 (26): 282–5.
24. Почекаева Е.И. Влияние неблагоприятных факторов аэропортов на состояние здоровья населения. *Гигиена и санитария*. 2008; 2: 50–2.
25. Сухорукова И.А. Снижение авиационного шума на приаэродромных территориях. *Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций*. 2014; 1: 233–6.
26. Почекаева Е.И. Аэропорты как источники загрязнения среды обитания. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2008; 2: 54–6.
27. Клейн С.В., Кошурников Д.Н. Оценка шумовой экспозиции и связанного с ней риска здоровью населения, проживающего в зоне влияния аэропорта. *Известия Самарского научного центра Российской Академии Наук*. 2013; 15; 3 (6): 1806–12.
28. Клейн С.В., Кошурников Д.Н., Чигвинцев В.М. Опыт зонирования городской территории по уровню риска возможного нарушения здоровья населения под воздействием техногенного шума внешней среды. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2015; 17; 5 (2): 469–76.
29. Суворов Г.А., Прокopenko Л.В. Акустические колебания: шум, инфразвук, ультразвук. М.: Охрана труда и соц. страхование; 2000: 216.
30. Мартиросян А.С. Аналитический обзор ситуации и подходов к обновлению расположения зон городской застройки вблизи аэропортов. *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура*. 2012; 1: 169–73.
10. Kharlamov A.P., Tatyanyuk T.K. The impact of traffic noise on the health of the population of a large industrial center [Vliyanie transportnogo shuma na zdorov'e naseleniya krupnogo promyshlennogo tsentra]. *Sanitarnyy vrach*. 2012; 12: 22–6. (in Russian).
11. Tsyplukhina Yu.V., Manchenko E.V. Impact of aircraft noise on public health. *Sovremennye tekhnologii obespecheniya grazhdanskoj oborony i likvidatsii posledstviy chrezvychaynykh situatsii*. 2016; 1 (7): 356–60. (in Russian).
12. Vasilev A.V. Influence of Noise to the Health of Population in Conditions of City District Togliatti. *Zhurnal ekologii i promyshlennoy bezopasnosti*. 2012; 3–4 (55–56): 45–7. (in Russian).
13. Vasilyev A., Luzzi S. Estimation of noise influence to the health of population: Italian and Russian approach. *Bezopasnost' v tekhnosfere*. 2016; 5 (5): 22–6.
14. Dorofeeva S.G., Shelukhina A.N., Terteryan L.I., Prokof'eva Yu.V., Mansimova O.V., Konoplya E.N. Vliyaniya shuma na zdorov'e naseleniya [Effects of noise on public health] *Nauchnyy al'manakh*. 2016; 12–2 (26): 282–5. (in Russian).
15. Biological mechanisms related to cardiovascular and metabolic effects by environmental noise. Available at: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise/publications/2018/biological-mechanisms-related-to-cardiovascular-and-metabolic-effects-by-environmental-noise> (accessed: 15.05.2018) (in Russian).
16. Notbohm G., Schmook R., Schwarze S., Angerer P. Patterns of physiological and affective responses to vehicle pass-by noises. *Noise & Health*. 2013; 15(66): 355–66.
17. Babisch W., Pershagen G., Selander J., Houthuijs D., Breugelmans O., Cadum E., Vigna-Taglianti F., Katsouyanni K., Haralabidis K., Dimakopoulou K., Sourtzi P., Floud S., Hansell A. Noise annoyance – A modifier of the association between noise level and cardiovascular health? *Sci Total Environ*. 2013; 452–453: 50–7.
18. Sørensen M., Andersen ZJ, Nordborg RB, Becker T, Tjønneland A., Overvad K., Raaschou-Nielsen O. Long-Term Exposure to Road Traffic Noise and Incident Diabetes: A Cohort Study. *Environ Health Perspect*. 2013; 121: 217–22.
19. Kälsch H., Hennig F., Moebus S., Möhlenkamp S., Dragano N., Jakobs H., Memmesheimer M., Erbel R., Jöckel KH., Hoffmann B., et al. Are air pollution and traffic noise independently associated with atherosclerosis: the Heinz Nixdorf Recall Study. *Eur Heart J*. 2014; 35(13): 853–60.
20. Liu C., Fuertes E., Tiesler CM., Birk M., Babisch W., Bauer CP., Kozletzko S., von Berg A., Hoffmann B., Heinrich J., et al. The association between traffic-related air pollution and noise with blood pressure in children: results from the GINIplus and LISAplus studies. *Int J Hyg Environ Health*. 2014; 217 (4–5): 499–505.
21. Paunović K., Stojanov V., Jakovljević B., Belojević G. Thoracic bioelectrical impedance assessment of the hemodynamic reactions to recorded road-traffic noise in young adults. *Environ Res*. 2014; 129: 52–8.
22. Kraus U., Schneider A., Breitner S., Hampel R., Rückerl R., Pitz M., Gerschkat U., Belcredi P., Radon K., Peters A. Individual daytime noise exposure during routine activities and heart rate variability in adults: A repeated measures study. *Environ Health Perspect*. 2013; 121 (5): 607–12.
23. Chang T-A., Liu C-S., Hsieh H-H., Bao B-Y., Lai J-S. Effects of environmental noise exposure on 24-h ambulatory vascular properties in adults. *Environ Res*. 2012; 118: 112–7.
24. Pochekaeva Ye.I. Influence of poor factors of airports on human health. *Gigiena i sanitariya*. 2008; 2: 50–2 (in Russian).
25. Sukhorukova, I.A. Reduction of aircraft noise in the near-aerodrome territories [Snizhenie aviatsionnogo shuma na priaerodromnykh territoriyakh]. *Sovremennye tekhnologii obespecheniya grazhdanskoj oborony i likvidatsii posledstviy chrezvychaynykh situatsiy*. 2014; 1: 233–6. (in Russian).
26. Pochekaeva Ye.I. Airports as sources of environmental pollution. *Zdravookhranenie Rossiyskoy Federatsii*. 2008; 2: 54–6 (in Russian).
27. Klein S.V., Koshurnikov D.N. Assessment of noise exposition and related risk to health of the population living in zone of airport influence. *Izvestiya Samarского nauchnogo tsentra Rossiyskoy Akademii Nauk*. 2013; 15; 3 (6): 1806–12. (in Russian).
28. Klein S.V., Koshurnikov D.N., Chigvintsev V.M. Experience of urban territory zoning on risk level of possible violation of the population health as a result of environmental technogenic noise. *Izvestiya Samarского nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*. 2015; 17; 5 (2): 469–76. (in Russian)
29. Suворov G.A., Prokopenko L.V. Acoustic vibrations: noise, infrasound, ultrasound [Akusticheskie kolebaniya: shum, infrazvuk, ul'trazvuk]. Moscow: Okhrana truda i sots. strakhovanie, 2000: 216 (in Russian).
30. Martirosyan A. S. Analytical review of the rationale and approaches to urban areas in the locations of airports. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Stroitel'stvo i arkhitektura*. 2012; 1: 169–73 (in Russian).

References

1. Andreeva E.E., Onishchenko G.G., Kleyn S.V. Hygienic assessment of priority risk factors of environment and health condition of the population of Moscow. *Health Risk Analysis*. 2016; 3: 23–34 DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.03.eng. (in Russian).
2. Zinkin V.N., Bogomolov A.V., Akhmetzyanov I.M., Sheshegov P.M. Environmental aspects of life safety of people affected by aircraft noise. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya*. 2011; 3: 97–101 (in Russian).
3. Soldatov S.K., Zinkin V.N. Aircraft noise as a cause of environmental and social issues *Sistemnyy analiz v meditsine: Materialy IX mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii*. Pod red. V.P. Kolosov. 2015: 172–6. (in Russian).
4. Zinkin V.N., Bogomolov A.V., Dragan S.P., Akhmetzyanov I.M. Cumulative Medical and Environmental Effects of the Combined Action of Noise and Infrasound. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 2012; 3: 46–9. (in Russian).
5. Zinkin V.N., Bogomolov A.V., Kukushkin Yu.A., Soldatov S.K. Medical and social aspects of environmental safety of the population under a cumulative effect aircraft noise. *Ekologiya promyshlennogo proizvodstva*. 2011; 2: 9–14. (in Russian).
6. Soldatov S.K., Zinkin V.N., Sheshegov P.M., Kharitonov V.V. Health status of the population exposed to aircraft noise [Sostoyaniye zdorov'ya naseleniya, podvergayushchegosya vozdeistviyu aviatsionnogo shuma]. *Kontsept*. 2013; 3: 1201–05. (in Russian).
7. Shcherbinskaya I.P., Filonov V.P., Zaporozhchenko A.A., Solovyeva I.V., Bykova N.P., Marahovskaya S.V., Kulesha Z.V., Arbutov I.V., Hudnitsy S.S., Stroenko E.V., Zhevnyak I.V. Noise and vibration load on population under urbanization conditions. *Zdravookhranenie (Minsk)* 2012; 6: 48–51. (in Russian).
8. Pochekaeva E.I., Bondin V.I., Popova T.V. The impact of vehicle noise on public health and measures to combat it in a large city [Vozdeistvie shuma avtotransporta na zdorov'e naseleniya i mery bor'by s nim v usloviyakh krupnogo goroda]. *Valeologiya*. 2012; 4: 62–7 (in Russian).
9. Zinkin V.N., Soldatov S.K., Shishov A.A., Radchenko S.N., Sheshegov P.M. Health and disease population the cumulative impact of aircraft noise. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2014; 3 (252): 12–4. (in Russian).

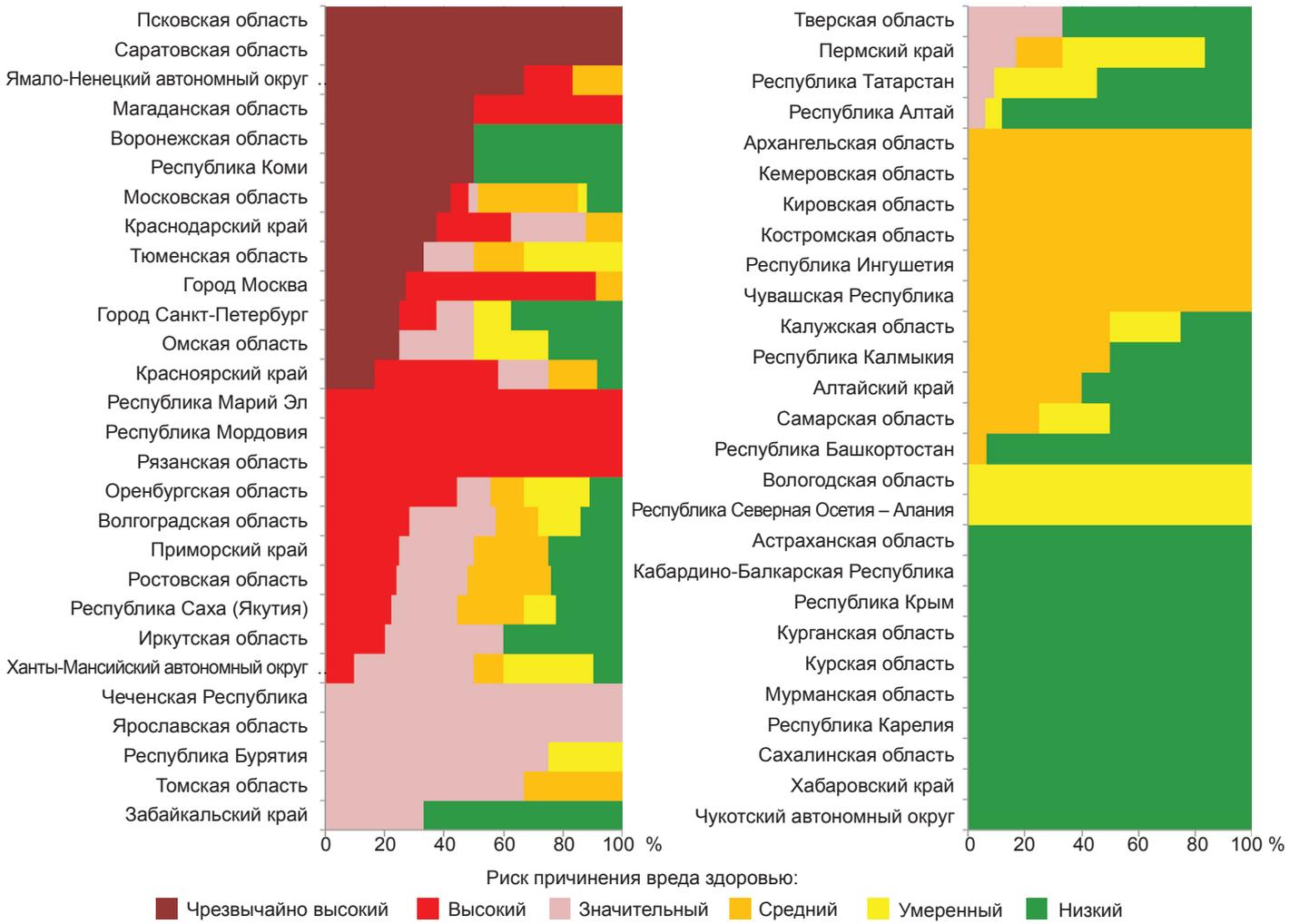


Рис. 4. Распределение хозяйствующих субъектов (ЮЛ/ИП), реализующих деятельность в сфере «Деятельность воздушного транспорта», по категориям потенциального риска причинения вреда здоровью в разрезе регионов РФ.

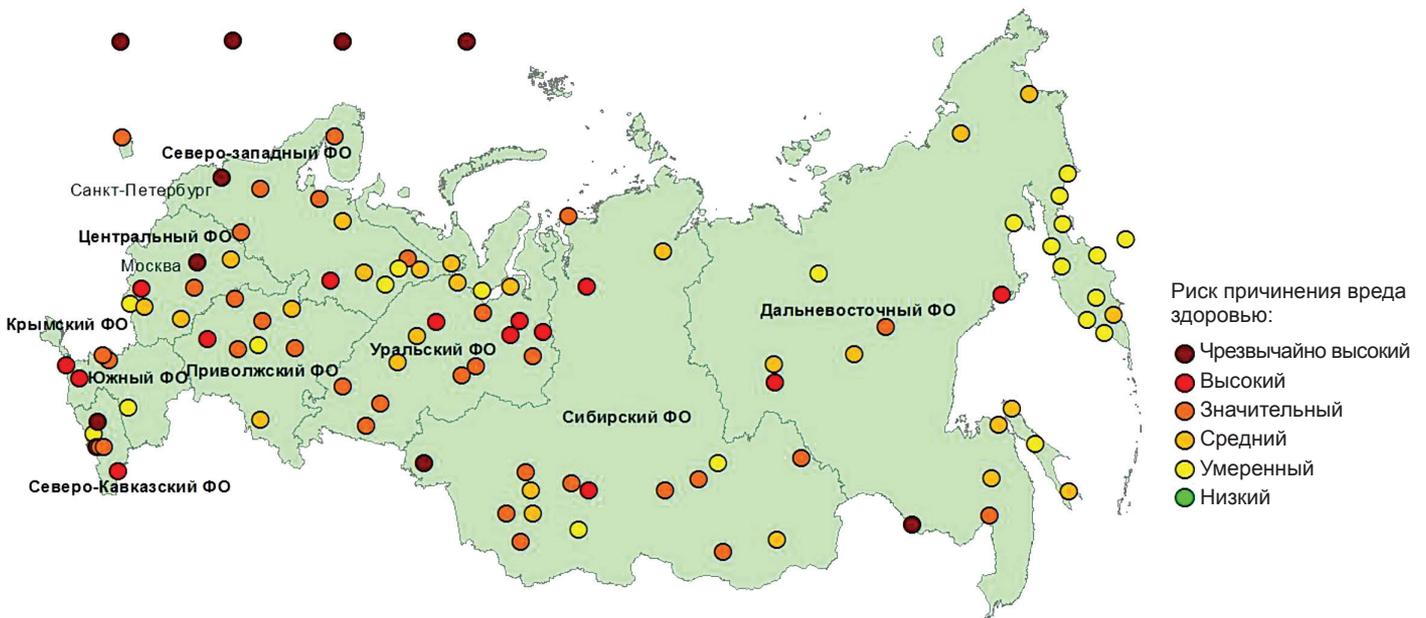


Рис. 5. Пространственное расположение хозяйствующих субъектов, реализующих «Деятельность воздушного транспорта» с учётом категорий потенциального риска причинения вреда здоровью.