

© Иванова Е.В., Маркова О.Л., Кирьянова М.Н., 2019

УДК 697.921.2

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В СОВРЕМЕННЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

Е.В. Иванова, О.Л. Маркова, М.Н. Кирьянова

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора,
ул. 2-я Советская, д. 4, г. Санкт-Петербург, 191036, Россия

Качество воздуха в жилых помещениях при использовании современных герметичных окон и входных дверей вызывает жалобы со стороны населения. В работе рассмотрены особенности изменения качества воздушной среды в жилых зданиях в результате массового использования в современном жилищном строительстве герметичных оконных блоков с повышенным теплосопротивлением, а также применением качественных утеплителей в конструкциях. Проведен анализ нормативно-правовой документации. Обоснована целесообразность применения в жилых помещениях механической приточно-вытяжной вентиляции, а также специальных приточных устройств – вентиляционных клапанов, обеспечивающих достаточный воздухообмен в квартире в отличие от распространенной в настоящее время системы вытяжной вентиляции с естественным побуждением. Предлагается согласовать требования действующих санитарных норм и правил к жилым помещениям с требованиями инженерных нормативных документов.

Ключевые слова: воздухообмен, стеклопакет, вентиляция, качество воздуха, микроклимат помещений, санитарные нормы и правила.

Для цитирования: Иванова Е.В., Маркова О.Л., Кирьянова М.Н. Особенности формирования воздушной среды в современных жилых зданиях // Здоровье населения и среда обитания. 2019. № 10 (319). С. 50–53. DOI: <http://doi.org/10.35627/2219-5238/2019-319-10-50-53>

E. V. Ivanova, O. L. Markova, M. N. Kir'yanova □ PECULIARITIES OF AIR ENVIRONMENT FORMATION IN MODERN RESIDENTIAL BUILDINGS □ North-West Public Health Research Center, 4 2nd Sovetskaya Str., Saint-Petersburg, 191036, Russia.

Air quality in residential premises equipped with modern airtight windows and entrance doors causes public complaints. We discussed peculiarities of air quality changes in residential buildings resulting from large-scale use of window glass units, which are characterized by increased thermal resistance and high-quality insulation, used in modern residential construction. Regulatory and law documentation are analyzed. Advisability of using mechanical supply and exhaust ventilation in residential premises, as well as special inlet devices – ventilation valves, which ensure sufficient air exchange in the apartment, unlike currently used exhaust ventilation system with natural inducement, are substantiated. It is suggested to coordinate the requirements of current sanitary standards and rules for residential premises with the requirements of engineering regulatory documents.

Keywords: air exchange, window glass units, ventilation, air quality, indoor microclimate, hygiene regulation and standards

For citation: Ivanova E.V., Markova O.L., Kir'yanova M.N. Osobennosti formirovaniya vozduшной sredy v sovremennykh zhilykh zdaniyakh [Peculiarities of air environment formation in modern residential buildings]. Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya, 2019, no. 10 (319), pp. 50–53. (In Russ.) DOI: <http://doi.org/10.35627/2219-5238/2019-319-10-50-53>

Обеспечение качества воздуха в помещениях жилых зданий является одной из важных задач современного строительства. По данным ряда исследований [6, 16, 22], уровни основных загрязнителей воздуха внутри жилых помещений в 2–5 раз выше, чем в наружном воздухе, их перечень и концентрации варьируют в зависимости от конкретных условий.

Токсиканты в воздухе жилых помещений можно разделить на две основные группы:

1) внешнего генеза, попадающие в помещение извне (продукты сгорания автомобильного топлива, выбросы промышленных предприятий, пыль, табачный дым, радон);

2) внутреннего генеза, выделяемые строительными и отделочными материалами, мебелью, моющими, дезодорирующими средствами, растениями, антропоксинами (летучие органические соединения, альдегиды, предельные и непредельные ароматические углеводороды, фенолы, формальдегид) и продукты метаболизма человека (оксиды азота, углекислый газ, фенолы, ацетон, аммиак) [6].

Качество воздуха в помещении зависит от многих факторов: качества наружного воздуха; наличия в помещении источников загрязнений, мощности и расположения этих источников; способа организации воздухообмена и конструкции системы вентиляции и кондиционирования воздуха, качества эксплуатации этой системы и т. п. [11].

Ранее считалось, что необходимый воздухообмен обеспечивается путем проветривания через окна и за счет воздухопроницаемости ограждающих конструкций, поэтому вентиляция жилых зданий не являлась существенной задачей исследований. Однако за последние два десятилетия изменилось качество применяемых строительных материалов, конструкция зданий стала более энергоэкономичной. В результате использова-

ния в последние годы оконных блоков с повышенным теплосопротивлением, а также применением качественных утеплителей наблюдается ухудшение естественной вентиляции, которая не обеспечивает достаточной подачи наружного воздуха в помещения жилых зданий [7, 8, 12, 17, 18].

Цель исследования – разработать предложения по совершенствованию нормативно-методической и нормативно-правовой базы, направленные на минимизацию рисков загрязнения воздуха жилых помещений на основании анализа отечественных и зарубежных нормативных документов, регламентирующих обеспечение качества воздуха в помещениях жилых зданий, и данных собственных исследований состояния воздушной среды в условиях недостаточного вентилирования помещений.

Материалы и методы. Проведен анализ действующих нормативов качества воздуха в жилых помещениях – отраслевых санитарных правил, документов Роспотребнадзора.

Для изучения качества воздушной среды в жилых помещениях проведено 2 варианта исследований: – 1 вариант: натурные измерения осуществлялись в двух жилых помещениях после евроремонта и установки герметичных окон и дверей;

– 2 вариант: измерения проведены в условиях моделирования отсутствия вентиляции в помещении, где выделенное для эксперимента помещение было изолировано от внешней среды, оборудовано тамбуром, система искусственной вентиляции отключена, потолочные вентиляторы обеспечивали равномерное перемешивание воздуха.

В эксперименте принимали участие добровольцы, давшие информированное согласие на участие. Испытуемые находились в данном помещении в течение 4,5 часов. Исследования продолжались три дня, в каждом из которых участвовала группа

в составе трех человек. Отбор проб воздуха и измерение параметров микроклимата (температура, относительная влажность, скорость движения воздуха) осуществлялись через 1,5 и 4,5 ч. Измерение фоновых показателей качества воздуха было выполнено в помещении до начала исследований.

В соответствии с методическими указаниями измерений химических веществ использовали аэрозольные фильтры, сорбционные трубки с полимерным сорбентом, картриджи и угольные патроны. Анализ отобранных воздушных проб осуществляли в аккредитованном лабораторном центре ХАЦ «Арбитраж». При измерении параметров микроклимата использовали метеометр МЭС-2.

Для обработки полученных результатов применили программу IBM SPSS Statistics, v. 22. Рассчитывали непараметрический критерий Фридмана (модификация критерия хи-квадрат для К-связанных выборок), а также определяли медиану (50-й процентиль) и межквартильный диапазон (25–75 процентиля). После проведения статистической обработки данных для дальнейших вычислений были выбраны максимальные концентрации по каждому веществу (медиана 50 % процентиля).

Результаты исследования. Натурные измерения параметров микроклимата осуществлялись в двух жилых помещениях: жилая комната и спальня квартиры на мансардном этаже, в теплый период года, трехкратно. Вентиляция в помещениях естественная, отопление выключено. В табл. 1 приведены значения фактических измерений.

В результате проведенных исследований установлено, что в данных жилых помещениях температура и относительная влажность воздуха превышали нормируемые показатели.

В ходе эксперимента, проведенного в условиях моделирования отсутствия системы вентиляции в помещении, были измерены концентрации 11 химических веществ: изопрена; 1,3 бутадиена, акрилонитрила, бензола, толуола, формальдегида, ацетальдегида, кротонала, углерод оксида, азота оксида, углерода диоксида и аэрозолей: взвешенных частиц PM_{2,5} и PM₁₀. Эти компоненты были выбраны как наиболее характерные вещества, выделяющиеся при использовании отделочных материалов, и как вещества, относящиеся к группе антропогенных. Полученные концентрации представлены в табл. 2.

Критерием для оценки качества воздуха были приняты предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в атмосферном воздухе. Из табл. 2 следует, что основной вклад в ухудшение качества воздуха в помещении при отсутствии вентиляции вносят ацетальдегид, изопрен, формальдегид, диоксид углерода с превышением фоновых концентраций от 1,6 до 7,6 раз.

Параллельно с исследованием загрязнения воздушной среды регистрировались параметры микроклимата. Температура воздуха в помещении колебалась от 21,2–24,8 °С в начале измерений и до 24,4–27,4 °С в конце измерений, относительная влажность воздуха менялась соответственно от 44–65

Таблица 1. Результаты измерений параметров микроклимата

Table 1. Measurement results of microclimate parameters

Место измерения	Высота от пола, м	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
1. Жилая комната: – в центре помещения	0,1 0,6 1,7	24,7–24,9 24,9–25,0 25,0–25,2	65–66 66–67 66–67	< 0,1 < 0,1 < 0,1
– на расстоянии 0,5 м от наружной стены	0,1 0,6 1,7	24,8–25,0 24,9–25,1 25,1–25,3	66–67 65–66 65–66	< 0,1 < 0,1 < 0,1
2. Спальня: – в центре помещения	0,1 0,6 1,7	24,4–24,7 24,5–24,8 24,6–25,0	67–68 66–67 67–68	< 0,1 < 0,1 < 0,1
– на расстоянии 0,5 м от наружной стены	0,1 0,6 1,7	24,3–24,6 24,4–24,7 24,7–24,9	67–69 68–69 68–69	< 0,1 < 0,1 < 0,1
СанПиН 2.1.2.2645–10; – оптимальные значения – допустимые значения	–	20,0–22,0 18,0–24,0	30–45 ≤ 60	≤ 0,15 ≤ 0,2

Таблица 2. Изменения концентраций вредных веществ в неветилируемом помещении в зависимости от времени пребывания людей

Table 2. Changes of harmful chemical concentrations in non-ventilated rooms depending on the duration of people stay

Определяемые химические вещества	ПДК, мг/м³	Фон помещения	Концентрация вредных веществ, мг/м³	
			через 1,5 ч	через 4,5 ч
Азота оксид (II)	0,4	0,045	0,041	0,051
Акрилонитрил	–/0,03	0,0006	0,0006	0,0006
Ацетальдегид	0,01	0,0087	0,0130	0,0175
Бензол	0,3	0,0012	0,0021	0,0018
1,3 Бутадиен	3	0,0002	0,0002	0,0002
Кротоаль	0,025	0,001	0,001	0,001
Взвешенные частицы, PM _{2,5}	0,16	0,034	0,042	0,035
Взвешенные частицы, PM ₁₀	0,3	0,036	0,039	0,035
Толуол	0,6	0,004	0,004	0,004
Изопрен	0,5	0,0054	0,025	0,041
Углерод оксид	5	0,2	0,7	1,0
Формальдегид	0,05	0,024	0,034	0,038
Углерод диоксид	–	774	1912	5183

до 52–71 %. За 4,5-часовой период эксперимента температура воздуха увеличивалась на 1,9–3,8 °C, относительная влажность воздуха – на 6–8 %.

Таким образом, повышение температуры и относительной влажности, очевидно, связан с тепло-влажновыделениями присутствующих в помещении людей (3 добровольца, 1 оператор измерений – сотрудник лаборатории). Подвижность воздуха, измеренная на высоте 1 м от пола (в «зоне дыхания» сидящего человека), в течение всего периода проведения эксперимента была ниже 0,1 м/с.

Обсуждение. Основными показателями воздушно-теплого комфорта помещений являются чистота (качество) воздуха и параметры микроклимата, обеспечиваемые системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

В жилищном строительстве обычно принимается следующая схема вентиляции квартир: отработанный воздух удаляется непосредственно из зоны его наибольшего загрязнения – кухонь и санитарных помещений посредством естественной вытяжной канальной вентиляции. Его замещение происходит за счет инфильтрации и эксфильтрации наружного воздуха, поступающего через негерметичности наружных ограждений (главным образом через окна) и посредством активного проветривания всех помещений квартиры, рассматриваемой в качестве единого воздушного объема с одинаковым давлением. При этом предполагается, что внутриквартирные двери, как правило, открыты или имеют подрезку дверного полотна. Применение естественной вентиляции в зданиях массового строительства обусловливается ее невысокой стоимостью, а также практическим отсутствием необходимости ее обслуживания.

В современных жилых помещениях пластиковые окна не пропускают свежий воздух, плотное прилегание дверей санузлов отсекает от расположенных там вентиляционных систем остальную часть квартиры, а вытяжка на кухне обеспечивает воздухообмен только когда она включена, что делает практически неработоспособной систему естественной вентиляции. Материалы, используемые для отделки помещений – лаки, краски, обои, клей и др. – безопасны лишь при соблюдении установленных норм вентиляции, требующих полной замены всего воздуха в помещении ежедневно. При нарушении этого условия выделяемые во внутреннюю среду помещения химические вещества могут достигать опасных концентраций [1, 9, 19, 21, 22]. Учитывая, что семья из трех человек в среднем за сутки выделяет в объем квартиры 10–15 литров воды (дыхание, душ, стирка, приготовление пищи, полив цветов и проч.) при недостаточном удалении воздуха из помещения возможна повышенная влажность воздуха, заражение стен грибом, выпадение конденсата на окнах, дискомфортное ощущение духоты, сырости [2–5].

Кроме этого, при использовании в жилых квартирах современных герметичных окон и входных дверей регистрируется очень много жалоб на «опрокидывание» воздуха в вентиляционных каналах (даже на нижние этажи проникают запахи с верхних этажей) [10].

Так как естественная вентиляция по перечисленным причинам затруднена, все чаще возникает необходимость обустройства в жилых помещениях систем принудительной вентиляции, обеспечивающих необходимую циркуляцию воздуха при помощи механических устройств различного типа.

В современных условиях резкого увеличения теплозащиты строящихся зданий и повышения герметичности оконных проемов особенно важным является установление оптимального воздухообмена

в помещениях как для обеспечения санитарно-гигиенических условий и комфортного микроклимата в помещениях, так и для соблюдения требований по энергосбережению. В этом отношении отечественные нормативы, в том числе и санитарно-гигиенические, отличаются от зарубежных. Например, нормативы кратности воздухообмена (1/ч) в разных странах составляют: в США – 0,35 в Германии – 0,5, в Великобритании – 0,4, в Швеции – 0,2. В РФ кратность воздухообмена принимается 0,35, но не менее 30 м³/ч/чел. или 3 м³/ч/м² жилой площади, если общая площадь квартиры меньше 20 м²/чел.

Действующие сегодня нормативы по качеству воздуха – отраслевые Санитарные правила, документы государственного санитарно-эпидемиологического надзора РФ – содержат неполные, а иногда и противоречивые данные. Ассоциация инженеров по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике (НП «АВОК»), используя отечественные достижения и учитывая зарубежный опыт (ANSI/ASHRAE Standard 62.2–2004) [20, 23, 24], разработала АВОК Стандарт АВОК 2.1–2017¹, в котором предлагаются две методики расчета минимальных норм воздухообмена, достаточного для обеспечения в помещении воздуха допустимого качества:

- методика на основе удельных норм воздухообмена, отечественным аналогом которой является расчет расхода приточного воздуха по нормируемой кратности и нормируемому удельному расходу (приложение Ж СП 60.13330.2016);

- методика на основе расчета допустимых концентраций загрязняющих веществ, отечественным аналогом которой является расчет расхода приточного воздуха по массе вредных или взрывоопасных веществ (приложение Ж СП 60.13330.2016).

Стандарт позволяет установить требования к качеству наружного воздуха, используемого для вентиляции, и его минимальные нормы, обеспечивающие допустимое качество воздуха в помещении с учетом таких факторов, как выделение в помещении продуктов жизнедеятельности человека, периодичность использования помещения, его объем^{1,2}.

Одним из наиболее рациональных методов восстановления баланса между притоком и вытяжкой воздуха является установка непосредственно в переплет любого окна в его верхней части или в стеновые панели специальных шумозащитных приточных устройств – вентиляционных клапанов. В холодное время года при закрытых окнах, без увеличения шума в квартире, сквозняков и переохлаждения комнат будет обеспечен необходимый приток свежего воздуха. Большая эффективность по энергосбережению достигается при использовании совместно с приточными клапанами автоматических вытяжных устройств в подсобных помещениях (кухня, санузел) [13–15].

Выводы

1. Установка герметичных оконных и дверных конструкций нарушает естественный воздухообмен в жилых помещениях и приводит к накоплению в воздушной среде химических веществ, выделяемых современными отделочными материалами и жизнедеятельностью человека. При наличии качественной системы отопления невозможно добиться оптимальных показателей микроклимата в помещениях без эффективной системы вентиляции.

2. Вследствие затруднения функционирования естественной вентиляции возникает необходимость обустройства в жилых помещениях систем принудительной вентиляции, обеспечивающих необходимую циркуляцию воздуха при помощи механических устройств различного типа.

¹ Стандарт АВОК 2.1–2017 «Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена». 2017, 16 с.

² ТР АВОК-4–2004 Технические рекомендации по организации воздухообмена в квартирах многоэтажного жилого дома. М.: АВОК-ПРЕСС, 2004. 26 с.

3. При установке приточных клапанов помещения предоставляют комфортный микроклимат, отсутствие сквозняков, шума, соблюдаются меры по энергосбережению.

4. Предлагается дополнить раздел «Вентиляция и кондиционирование воздуха» действующего СанПин 2.1.2.2645–10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях» некоторыми пунктами инженерных нормативных документов: СП, СНиП и др., а также справочной таблицей «Расчетные параметры воздуха и кратность воздухообмена в помещениях жилых зданий».

ЛИТЕРАТУРА (пп. 19–24 см. References)

- Ахапкина И.Г., Антропова А.Б., Желтикова Т.М. Пирогенные соединения в пыли жилых помещений Москвы // Гигиена и санитария. 2017. № 8 (96). С. 734–737.
- Бодров М.В., Кузин В.Ю. Анализ режимов работы систем естественной вентиляции многоквартирных жилых домов в теплый период года // Приволжский научный журнал. 2016. № 4. С. 26–32.
- Бусахин А.В. Вентиляция многоквартирных жилых домов. Проблемы и решения. М.: АВОК, 2016. № 3. С. 21–25.
- Волов Г.Я. Устойчивость работы систем естественной вентиляции многоквартирных жилых зданий. М.: АВОК, 2014. № 1. С. 30–39.
- Дмитриев А.Н., Табунщиков Ю.А. Руководство по оценке экономической эффективности инвестиций в энергосберегающие мероприятия. М.: АВОК-ПРЕСС, 2005. 101 с.
- Дударев А.Я., Сорокин Г.А. Актуальные проблемы гигиены труда и профессиональной патологии офисных работников // Медицина труда и промышленная экология. 2012. № 4. С. 1–8.
- Ефимов М.Н. Воздухораспределение в помещениях жилых и общественных зданий. М.: АВОК, 2014. № 2. С. 17–21.
- Иванова Е.В., Кирьянова М.Н. Проблемы обеспечения качества воздуха в жилых помещениях // Труды XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: «Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения», 22–24 ноября 2018 г. СПб., 2018. Т. 13. Часть 2. С. 796–803.
- Кирьянова М.Н., Маркова О.Л., Иванова Е.В. Актуальные вопросы качества воздушной среды офисных помещений // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: «Профилактическая медицина-2017», 6–7 декабря 2017 г. СПб., 2017. Часть 2. С. 9–14.
- Крупкин Г.Я., Гримитлин А.М., Григорьев Д.А., Иванова Е.В. Особенности вентиляции многосекционных разнотажных жилых зданий // Повышение эффективности, экологической безопасности и энергосбережения систем вентиляции, отопления, тепло-, газо-, водоснабжения: сборник докладов научно-практической конференции. СПб., 2005. С. 16–17.
- Ливчак И.Ф., Наумов А.Л. Вентиляция многоэтажных жилых зданий. М.: АВОК-ПРЕСС, 2005. 134 с.
- Максимова А.Ю., Саенко И.А. Анализ и пути решения проблем системы воздухообмена жилых помещений // Международный технико-экономический журнал. 2015. № 1. С. 101–106.
- Табунщиков Ю.А. Микроклимат и энергосбережение: пора менять приоритеты. М.: АВОК, 2008. № 5. С. 4–11.
- Табунщиков Ю.А. Экологическая безопасность жилища. М.: АВОК, 2007. № 4. С. 4–7.
- Тюрин Н.П., Лапин Е.П., Титов Г.И., Захарова Ю.Э. Исследование работы вытяжных вентиляционных систем в жилых зданиях // Материалы 70-й юбилейной Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР 2013 года / СГАСУ. «Традиции и инновации в строительстве и архитектуре». Самара, 2013. С. 267–271.
- Уланова Т.С., Карнажицкая Т.Д., Нахиева Э.А. Исследования качества воздуха помещений и атмосферного воздуха дошкольных образовательных учреждений в крупном промышленном центре // Здоровье населения и среда обитания. 2015. № 12 (273). С. 19–22.
- Фангер О. Качество внутреннего воздуха в XXI веке: влияние на комфорт, производительность и здоровье людей. М.: АВОК, 2003. № 4. С. 12–21.
- Шерман М. Качество воздуха в жилых помещениях. М.: АВОК-ПРЕСС, 1999. № 5. С. 11–23.

REFERENCES

- Akhapkina I.G., Antropova A.B., Zheltikova T.M. Pirogenные соединения в пыли жилых помещений Москвы [Pyrogenic compounds in the dust of Moscow residential premises]. *Gigiena i sanitariya*, 2017, no. 8 (96), pp. 734–737. (In Russ.)
- Bodrov M.V., Kuzin V.Yu. Analiz rezhimov raboty sistem estestvennoy ventilatsii mnogokvartirnykh zhilykh domov v teplyy period goda [Analysis of operating modes of natural ventilation systems of apartment buildings during the warm period of the year]. *Privolzhskii nauchnyi zhurnal*, 2016, no. 4, pp. 26–32. (In Russ.)
- Busakhin A.V. Ventilatsiya mnogokvartirnykh zhilykh domov. Problemy i resheniya [Ventilation of apartment buildings. Problems and solutions]. Moscow: AVOK Publ., 2016, no. 3, pp. 21–25. (In Russ.)
- Volov G.Ya. Ustoichivost' raboty sistem estestvennoy ventilatsii mnogokvartirnykh zhilykh zdaniy [Stability of natural ventilation

systems of apartment buildings]. Moscow: AVOK Publ., 2014, no. 1, pp. 30–39. (In Russ.)

- Dmitriev A.N., Tabunshchikov Yu.A. Rukovodstvo po otsenke ekonomicheskoy effektivnosti investitsii v energosberegayushchie meropriyatiya [A guide to assessing the economic efficiency of investment in energy-saving measures]. Moscow: AVOK-PRESS Publ., 2005, 101 p. (In Russ.)
- Dudarev A.Ya., Sorokin G.A. Aktual'nye problemy gigeny truda i professional'noi patologii ofisnykh rabotnikov [Current problems of occupational hygiene and occupational pathology of office workers]. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2012, no. 4, pp. 1–8. (In Russ.)
- Efimov M.N. Vozdukhораспределение в помешчениyakh zhilykh i obshchestvennykh zdaniy [Air distribution in residential premises and public buildings]. Moscow: AVOK Publ., 2014, no. 2, pp. 17–21. (In Russ.)
- Ivanova E.V., Kir'yanova M.N. Problemy obespecheniya kachestva vozdukhа v zhilykh pomeshcheniyakh [Problems of ensuring air quality in residential premises]. Trudy XIII Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem: «Zdorov'e – osnova chelovecheskogo potentsiala: problemy i puti ikh resheniya», 22–24 noyabrya 2018 g. Saint-Petersburg, 2018, vol. 13, Part 2, pp. 796–803. (In Russ.)
- Kir'yanova M.N., Markova O.L., Ivanova E.V., Aktual'nye voprosy kachestva vozdukhnoy sredy ofisnykh pomeshchenii [Topical issues of air quality in office premises]. Materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem: «Profilakticheskaya meditsina-2017», 6–7 dekabrya 2017 g. Saint-Petersburg, 2017, Part 2, pp. 9–14. (In Russ.)
- Krupkin G.Ya., Gritimlin A.M., Grigor'ev D.A., Ivanova E.V. Osobennosti ventilatsii mnogosektsionnykh raznoetazhnykh zhilykh zdaniy [Features of ventilation of multi-section multi-storey residential buildings]. Povyshenie effektivnosti, ekologicheskoy bezopasnosti i energosberezheniya sistem ventilatsii, otopleniya, teplo-, gazo-, vodosnabzheniya: sbornik dokladov nauchno-prakticheskoi konferentsii. Saint-Petersburg, 2005, pp. 16–17. (In Russ.)
- Livchak I.F., Naumov A.L. Ventilatsiya mnogoetazhnykh zhilykh zdaniy [Ventilation of multi-storey residential buildings]. Moscow: AVOK-PRESS Publ., 2005, 134 p. (In Russ.)
- Maksimova A.Yu., Saenko I.A. Analiz i puti resheniya problem sistemy vozdukhоbmena zhilykh pomeshchenii [Analysis and solutions to the problems of the air exchange system of residential premises]. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2015, no. 1, pp. 101–106. (In Russ.)
- Tabunshchikov Yu.A. Mikroklimat i energosberezhenie: pora menyat' priority [Microclimate and energy saving: it's time to change priorities]. Moscow: AVOK Publ., 2008, no. 5, pp. 4–11. (In Russ.)
- Tabunshchikov Yu.A. Ekologicheskaya bezopasnost' zhilishcha [Ecological safety of housing]. Moscow: AVOK Publ., 2007, no. 4, pp. 4–7. (In Russ.)
- Tyurin N.P., Lapin E.P., Titov G.I., Zakharova Yu.E. Issledovanie raboty vytyazhnykh ventilatsionnykh sistem v zhilykh zdaniyakh [Study of exhaust ventilation systems in residential buildings]. Materialy 70-i yubileinoi Vserossiiskoi nauchno-tekhnikeskoi konferentsii po itogam NIR 2013 goda / SGASU. «Traditsii i innovatsii v stroitel'stve i arkhitekture». Samara, 2013, pp. 267–271. (In Russ.)
- Ulanova T.S., Karnazhitskaya T.D., Nakhieva E.A. Issledovaniya kachestva vozdukhа pomeshchenii i atmosfernogo vozdukhа doskol'nykh obrazovatel'nykh uchrezhdenii v krupnom promyshlennom tsentre [Studies of indoor and atmospheric air quality in pre-school educational institutions in a large industrial center]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2015, no. 12 (273), pp. 19–22. (In Russ.)
- Fanger O. Kachestvo vnutrennego vozdukhа v KhKhI veke: vliyaniye na komfort, proizvoditel'nost' i zdorov'e lyudei [Indoor air quality in the 21st century: impact on comfort, productivity and human health]. Moscow: AVOK Publ., 2003, no. 4, pp. 12–21. (In Russ.)
- Sherman M. Kachestvo vozdukhа v zhilykh pomeshcheniyakh [Air quality in residential premises]. Moscow: AVOK-PRESS Publ., 1999, no. 5, pp. 11–23. (In Russ.)
- Abdul-Wahab S.A. Sick Building Syndrome in Public Buildings and Workplaces. 2011. 211 p.
- ANSI/ASHRAE Standard 62.2-2004, Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Low-Rise Residential Buildings, is the only nationally recognized indoor air quality standard developed solely for residences.
- Cohen A., Ezzati M. et al. Comparative quantification of Health risks: global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors. WHO, Geneva, 2004, pp. 1353–1434.
- Dales R., Liu L., Wheeler A.J. et al. Public health: Quality of indoor residential air and health. *CMAJ*, 2008, no. 179, pp. 147–152.
- WHO – World Health Organization, «Evolution of WHO air quality guidance: past, present and future». Copenhagen: WHO regional office for Europe, 2017.
- WHO – World Health Organization, «Guidelines for Indoor Air Quality: Dampness and Mould». Copenhagen, 2009. Available at: http://www.euro.who.int/data/assets/pdf_file/0017/43325/E92645.pdf.

Контактная информация:

Иванова Елена Викторовна, научный сотрудник отдела анализа рисков здоровью населения, ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья»
e-mail: ventilyaciya48@mail.ru

Contact information:

Ivanova Elena, Researcher at the Department of Public Health Risk Analysis, North-West Public Health Research Center
e-mail: ventilyaciya48@mail.ru