



Индикация и идентификация опасных веществ

УДК 613.155:614.72

DOI: 10.25514/CHS.2021.2.20009

**Оценка химической безопасности присутствия в воздухе
современных жилых зданий веществ, обладающих
сенсibiliзирующим действием**

А. Г. Малышева^{1✉}, Н. В. Калинина¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровья» ФМБА России; Москва, Россия, e-mail: AMalysheva@cspmz.ru

Поступила в редакцию: 15.09.2021 г.; после доработки: 11.11.2021 г.; принята в печать: 15.11.2021 г.

Аннотация – Негативные тенденции показателей аллергозаболеваемости населения могут быть обусловлены воздействием химических веществ, загрязняющих воздух помещений современных жилых зданий. В статье дана оценка безопасности химических факторов, обладающих сенсibiliзирующим действием и воздействующих на человека в условиях жилых помещений. Определены химические вещества, наиболее часто загрязняющие воздушную среду помещений, и выявлены источники их поступления. Установлено, что из 52-х химических веществ, наиболее часто встречающихся в воздухе жилых помещений, как минимум 4 являются классическими аллергенами и не менее 10 веществ могут вызывать аллергические реакции. Особое внимание при проведении исследований уделено наиболее распространенному бытовому аллергену химической природы – формальдегиду. Выявлено, что строительные и отделочные материалы являются одними из основных источников поступления в воздушную среду химических веществ, способных вызвать аллергическую реакцию, в частности формальдегида, стирола, бензола, этилбензола, ксилола, толуола, этилацетата, бутилацетата. На основании результатов проведенных исследований разработаны рекомендации, направленные на снижение риска развития аллергических заболеваний, обусловленных химическими бытовыми факторами, среди которых основными являются требования к совершенствованию химико-аналитического контроля за разработкой, выпуском, использованием полимерных строительных и отделочных материалов.

Ключевые слова: аллергические заболевания, факторы окружающей среды, химическое загрязнение, бытовой аллерген.

Indication and identification of hazardous substances

UDC 613.155:614.72

DOI: 10.25514/CHS.2021.2.20009

**Chemical safety assessment of the presence in the air of modern
residential buildings, substances with a sensitizing effect**

Alla G. Malysheva^{1✉} and Natalia V. Kalinina¹

¹Federal State Budgetary Institution “Center for Strategic Planning and Management of Medical and Biological Health Risks” of FMBA of the Russia, e-mail: AMalysheva@cspmz.ru

Received: September 15, 2021; Revised: November 11, 2021; Accepted: November 15, 2021

Abstract – Negative trends in indicators of allergic disease in the population may be due to exposure to chemicals that pollute the air environment of residential and public buildings. The article provides a hygienic assessment of chemical factors affecting a person in residential and public buildings and with allergenic effects. The chemical substances most frequently polluting the indoor air environment were identified, and the sources of their receipt were identified. It has been established that of the 52 substances most frequently found in the air of residential premises chemical compounds, 4 are classical allergens and 10 substances can cause allergic reactions. Special attention was paid to the main household chemical allergen – formaldehyde. It has been revealed that the main sources of formaldehyde entering the air, as well as substances of many other substances that cause an allergic reaction — styrene, benzene, ethylbenzene, xylene, toluene, ethyl acetate, butyl acetate, are building and finishing materials. Based on the results of the research, recommendations have been developed to reduce the risk of the development of allergic diseases caused by chemical household factors, among which the basic requirement is to control the development, production, use of polymeric building and finishing materials. Key words: allergic diseases, environmental factors, chemical pollution, household allergen.

Keywords: allergic diseases, environmental factors, chemical pollution, household allergen.

ВВЕДЕНИЕ

По данным официальной статистики распространенность аллергических заболеваний среди населения промышленно развитых стран варьируется от 15 до 35% [1]. Рост аллергической заболеваемости в первую очередь связан с увеличением негативного влияния различных факторов окружающей среды.

Известно, что большую часть суточного времени человек проводит в жилых помещениях, где подвергается воздействию целого комплекса аллергенных факторов как природного, так и искусственного происхождения (домашняя пыль, споры микроскопических грибов, микрочлещи, шерсть домашних животных, химические вещества различного происхождения) [2, 3].

В настоящее время в качестве ведущего бытового аллергена наиболее детально изучена домашняя пыль и содержащиеся в ней микрочлещи [4, 5]. Однако многие исследователи, рассматривая изменения современной среды обитания человека, приходят к выводу, что рост аллергических заболеваний в крупных городах развитых стран мира, связан в первую очередь, с увеличением ее химизации [6, 7].

Наиболее изучено аллергенное действие химических веществ как при их контактном, так и при ингаляционном пути поступления в организм в производственных условиях [8, 9].

Однако со многими профессиональными аллергенами человек контактирует и в повседневной жизни. Причем, в условиях жилых помещений одновременно может действовать целый спектр алергизирующих факторов, а длительность их воздействия значительно выше времени профессионального контакта.

В связи с вышеизложенным, основной целью настоящих исследований явилось выявление и оценка безопасности химических факторов, обладающих аллергенным действием и воздействующих на человека в условиях жилых помещений.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Объектом исследований являлись воздушная среда современных жилых помещений и выдыхаемый воздух человека с целью выявления основных загрязняющих веществ и источников их поступления в воздух помещений. Для исследований использована хромато-масс-спектрометрическая система ThermoFisher-Scientific (США), в состав которой входил газовый хроматограф Focus GC (США) с электронным контролем газовых потоков, работающий в режиме цифрового контроля давления и потоков с автоматическим определением параметров колонки, масс-спектрометрический детектор DSQII с квадрупольным масс-анализатором, позволяющим проводить измерения в диапазоне массовых чисел от 1 до 1050, а также термодесорбер 9300 АСЕМ с криофокусированием газовой пробы. Используемое программное обеспечение контролировало работу всего прибора, обеспечивая сбор и хранение масс-спектров в процессе проведения анализа, обработку результатов измерений, количественный анализ, поиск и сравнение полученных результатов с данными библиотеки масс-спектров NIST 08, включающей более 220 тыс. спектров для более 190 тыс. химических соединений.

В статье представлен анализ результатов семилетнего периода исследований химического состава загрязняющих веществ в воздухе 68 квартир и помещений в современных жилых домах г. Москвы. В исследование были включены квартиры, расположенные в многоквартирных, многоэтажных домах, построенных по типовым и индивидуальным проектам за последние 60 лет. Большинство (более 80%) жилых домов располагалось внутри жилых кварталов на расстоянии более 0,5 км от автомобильных дорог. При обследовании квартир учитывались следующие параметры: этаж расположения квартиры, формула заселения (отношение числа проживающих в квартире к количеству комнат), наличие газовой или электрической плиты, внутренняя отделка помещений, насыщенность помещений полимерными отделочными материалами, микроклиматические параметры, работа вентиляционной системы. В исследования не включались квартиры, в которых в ближайшие 3 месяца проводился ремонт или смена мебели. Условия заселения квартир соответствовали существующим градостроительным требованиям. Такой выбор объектов позволил получить качественно-количественную характеристику химического загрязнения воздушной среды в обычных типовых городских квартирах.

Пробы воздуха для химического анализа отбирались в центре жилых помещений квартиры, при закрытых окнах и неработающих бытовых кондиционерах. Накануне отбора проб воздуха квартиры в течение 12 часов не проветривались.

Хромато-масс-спектрометрические исследования химического состава выдыхаемого воздуха человека проводили на 26 испытуемых. Пробы отбирали в разное время дня, до и после принятия пищи (как известно, количество токсичных веществ, выделяемых с выдыхаемым воздухом, зависит от индивидуальных особенностей, обмена веществ, характера питания, микрофлоры кишечника, курения и др.).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Применение хромато-масс-спектрометрии позволило установить в воздушной среде помещений 560 веществ, относящихся к 18 группам летучих углеводородов, из них приоритетными являлись ароматические и предельные углеводороды. В порядке убывания количества представителей группы располагались следующим образом: непредельные углеводороды > ароматические соединения > эфиры > азотсодержащие углеводороды > кетоны > циклоуглеводороды > спирты > терпены > предельные разветвленные углеводороды > галогенуглеводороды > сернистые соединения > предельные нормальные углеводороды > фураны > соединения индана > кислоты > фенолы > окисоединения. На долю насыщенных и ароматических углеводородов приходилось более трети (34%) весового содержания. Из всех летучих органических веществ главными группами, загрязняющими воздух помещений по количеству представителей и по весовому содержанию являлись насыщенные и ароматические углеводороды. Следует отметить, что оценка степени опасности присутствия широкого круга органических соединений в воздухе помещений представляется сложной задачей из-за отсутствия гигиенических нормативов для значительного ряда соединений. В частности, из всего перечня обнаруженных веществ для 69% гигиенические нормативы не установлены.

В таблице 1 представлен перечень и диапазоны концентраций химических веществ, наиболее часто встречающихся в воздушной среде жилых помещений и поступающие в воздух от внутренних источников загрязнения (строительные и отделочные материалы, продукты сжигания бытового газа, антропоксины и др.).

Для оценки безопасности присутствия загрязняющих веществ в воздушной среде помещений приведены гигиенические нормативы для их содержания в атмосферном воздухе населенных мест в виде среднесуточной, максимально разовой предельно допустимой концентрации или ориентировочно безопасного уровня воздействия.

Как видно из таблицы, в ряде помещений концентрации ряда веществ, в частности, ацетофенона, бензальдегида, формальдегида, фенола, стирола, этилбензола, триметилбензола, пропилбензола, этиленгликоля, гексаналя, нонаналя, гептаналя, пентаналя, нафталина, превышали гигиенические нормативы от 2 до 11 раз.

Широко известно, что основным источником поступления в воздух жилых помещений формальдегида и фенола является мебель, изготовленная из

древесно-стружечных плит, которая на протяжении многих лет может выделять эти вещества в воздушную среду.

Таблица 1. Химические вещества, обнаруженные в воздушной среде жилых помещений

Table 1. Chemicals found in the air environment of residential premises

№	Вещество	ПДК с.с.	Диапазоны концентраций, мг/м ³
1	Пентан	25,0	0,001 – 0,250
2	Гексан	60,0*	0,001 – 0,6
3	Изопрен	0,5*	0,002 – 0,1
4	Метилциклопентан	н/у	0,001 – 0,147
5	Циклогексан	1,4*	0,002 – 0,11
6	Циклопентан	0,1**	0,003 – 0,24
7	Бензол	0,1	0,005 – 0,12
8	Толуол	0,6*	0,005 – 0,45
9	Этилбензол	0,02	0,001 – 0,162
10	м-, п-Ксилолы	0,2*	0,011 – 0,35
11	о-Ксилол	0,2*	0,002 – 0,25
12	Метилэтилбензолы	0,3*	0,007 – 0,033
13	Диметилэтилбензол	0,023**	0,002 – 0,024
14	Стирол	0,002	0,001 – 0,018
15	1,3,5-Триметилбензол	0,1**	0,001 – 0,02
16	1,2,4- Триметилбензол	0,015	0,001 – 0,035
17	Изопропилбензол (кумол)	0,014*	0,003 – 0,05
18	Изобутилбензол	0,2**	0,001 – 0,045
19	Диметилстирол	0,04*	0,001 – 0,01
20	Нафталин	0,003*	0,001 – 0,04
21	Метилнафталины	0,02**	0,001 – 0,02
22	α-Пинен	н/у	0,011 – 1,4
23	Карен	н/у	0,003 – 0,755
24	Камфен	н/у	0,001 – 0,567
25	Лимонен	н/у	0,003 – 0,205
26	Мирцен	н/у	0,004 – 0,25
27	Изопропанол	0,6*	0,009 – 0,35
28	н-Бутанол	0,1*	0,006 – 0,21
29	Этанол	5,0*	0,003 – 1,55
30	Этиленгликоль	0,06**	0,001 – 0,264
31	Изобутанол	0,1*	0,001 – 0,175
32	Фенол	0,003	0,001–0,03
33	Формальдегид	0,01	0,003 – 0,045
34	Гексаналь	0,02*	0,006 – 0,215
35	Нонаналь	0,02*	0,005 – 0,11
36	Гептаналь	0,02*	0,001 – 0,08
37	Бензальдегид	0,04*	0,010 – 0,11
38	Пентаналь	0,03*	0,003 – 0, 07
39	Деканаль	0,02*	0,001 – 0,025
40	Ацетон	0,35	0,017 – 0,3
41	Ацетофенон	0,003*	0,001– 0,035
42	Этилацетат	0,1*	0,005 – 0,09
43	Бутилацетат	0,1*	0,001 – 0,04

Продолжение таблицы 1.

№	Вещество	ПДК с.с.	Диапазоны концентраций, мг/м ³
44	Метилметакрилат	0,01*	0,001 – 0,025
45	Четыреххлористый углерод	0,04	0,006 – 0,17
46	Хлороформ	0,03	0,008 – 0,055
47	Трихлорэтилен	1,0	0,004 – 0,8
48	Хлорамин	0,03*	0,001 – 0,025
49	Сероуглерод	0,005	0,002 – 0,015
50	Диметилфталат	0,007	0,002 – 0,025
51	Дибутилфталат	0,01**	0,001 – 0,03
52	Диэтилфталат	0,01**	0,001 – 0,015

Примечание: ПДКс.с. – среднесуточная предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест [10];

*максимальная разовая предельно допустимая концентрация [10];

**ориентировочный безопасный уровень воздействия [10].

Однако, при определении источника поступления формальдегида и фенола в воздух помещений следует учитывать также, что эти вещества входят в состав многих видов отделочных и строительных материалов, препаратов бытовой химии, косметических средств. Кроме того, формальдегид входит в состав противо-усадочных аппретов для обработки тканей, а также поступает в воздушную среду с табачным дымом и образуется в процессе горения бытового газа [11–15].

Выдыхаемый воздух также является одним из основных источников химического загрязнения воздушной среды жилых помещений. Вредные вещества, выделяемые человеком с выдыхаемым воздухом, являясь физиологически активными и небезразличными для организма, при длительном и непрерывном воздействии в качестве загрязнителей воздушной среды могут вести к нарушению самочувствия, снижению работоспособности, ухудшению состояния здоровья, а входящие в его состав некоторые вещества вызывать аллергенное действие. Существенный интерес представляет наличие в выдыхаемом воздухе значительного количества специфических недоокисленных веществ, в первую очередь, 2-метил-пропионового, амилового, гексилового, нонилового и децилового альдегидов, как правило отсутствующих в атмосферном воздухе. Отметим, что альдегиды являются высоко реакционноспособными веществами и относятся к промежуточным продуктам трансформации и под влиянием различных физико-химических факторов (при работе кондиционирующих, озонирующих, ионизирующих и других установок) легко вступают в реакции с другими загрязняющими веществами с образованием других, нередко более токсичных соединений. Кроме того, в выдыхаемом воздухе присутствуют различные предельные и ароматические углеводороды, нафтеновые соединения, кетоны, эфиры, терпены и хлорированные углеводороды. Обнаружены непредельные углеводороды, органические кислоты, спирты, фурановые соединения, сульфиды, меркаптаны, а также такие редко встречающиеся соединения, как 3н-бутил-3-гексен-2-он, 1,1,3-триметил-трифенилиндан, анетол. Всего в выдыхаемом воздухе человека обнаружено свыше 100 химических веществ.

Еще большую химическую опасность представляет выдыхаемый воздух человека с табачным дымом во время и после курения. Так, с выдыхаемым воздухом после курения выявлено значительное количество токсичных веществ, которые дают большой вклад в уровень загрязненности воздушной среды помещения. В выдыхаемом воздухе курящего человека идентифицировано более 120 органических соединений. В наибольшем количестве содержались изопрен, ацетон, изобутилен, формальдегид, бутен-1, толуол, пропилен, 2-бутанон, 3-метилбутен-1, бензол и ряд других. Большую гигиеническую значимость (отношение обнаруженных концентраций к предельно допустимым концентрациям) представляли стирол, 2-метилпропаналь, пропионитрил, винилпропионат. Важную гигиеническую значимость имели также 1,2,4-триметилбензол, изоамил-нитрил, этилбензол, циклопентадиен-1,3, пропилбензол, 3-метилпиразол и многие другие соединения. Вклад выдыхаемого воздуха с табачным дымом после курения в общую химическую загрязненность воздушной среды недостаточно проветриваемого помещения может достигать 60 – 70%.

Следует отметить, что в воздухе современных жилых зданий, наряду с формальдегидом, одновременно присутствует целый ряд других альдегидов - гексаналь, нонаналь, пентаналь, гептаналь, бензальдегид, которые применяются в качестве растворителей в производстве строительных и отделочных материалов, мебели. В то же время, наряду с ацетофеноном, гексаналь и нонаналь, входящие в состав эвкалиптового, розового, лавандового масел, широко используются в парфюмерной промышленности, поэтому наиболее частым источником поступления их в воздух помещений являются также парфюмерные и косметические средства [16].

Источниками поступления стирола в воздух жилых помещений являются теплоизоляционные и отделочные материалы, изготовленные на основе полистирола, а также детские игрушки, корпуса бытовой электронной техники (компьютеров, телевизоров и др.).

В воздушной среде квартир после ремонта обнаружены высокие концентрации толуола, этилбензола, ксилолов, ацетона, этилацетата, бутилацетата, этанола и других спиртов – веществ, входящих в состав лаков, красок, растворителей, клеев и других отделочных материалов.

В производстве антизамерзающих жидкостей и чистящих средств в бытовой химии в настоящее время широко используются изопропанол и бутанол.

В воздухе жилых помещений обнаружено значительное количество терпеновых углеводородов (α -пинен, лимонен, карен, камфен, мирцен). Эти вещества являются природными соединениями, которые, наряду с эфирными маслами, входят в состав парфюмерных компонентов, дезодорантов, ароматических средств, инсектицидов, репеллентов, смазочных масел и др. В частности, α -пинен, карен входят в состав скипидара, мирцен – лавра, камфен – камфоры [16, 17]. В составе летучих выделений комнатных растений обнаружено около 30 органических соединений. Наибольшую гигиеническую значимость имела специфическая для объектов природного происхождения

группа терпеновых углеводородов, которая относится к группе легкотрансформируемых веществ, а также группы кислородсодержащих соединений (альдегиды, кетоны, фенолы, эфиры), относящиеся к токсичным и опасным группам химических веществ. Несмотря на природное происхождение, терпеновые соединения способны вызывать аллергические реакции. Следует отметить, что в настоящее время гигиенические нормативы на содержание конкретных индивидуальных терпенов в воздухе не установлены, а имеются нормативы только для смесей, в частности ПДК для скипидара (1 мг/м^3) и ОБУВ для камфоры (1 мг/м^3).

Анализ литературных источников и результатов собственных исследований показал, что из наиболее часто встречающихся в воздухе жилых помещений 52-х летучих органических соединений, приведенных в таблице 1, классическими аллергенами являются формальдегид, метилметакрилат, хлорамин, этиленгликоль. Отметим, что 10 веществ из них могут вызывать аллергические реакции, в частности, бензол, стирол, этилацетат, толуол, ксилолы, этилбензол, кумолы, бутилацетат, изопрен, лимонен и другие терпены. Кроме того, установлено, что в воздухе жилых помещений могут присутствовать неорганические аэрозоли, в частности никеля, хрома и кобальта, обладающие сенсibiliзирующим действием.

В таблице 2 представлен перечень наиболее значимых в отношении химической безопасности загрязняющих воздушную среду жилых помещений веществ, обладающих аллергенной активностью, и приведены основные источники их поступления.

Из таблицы видно, что основными источниками поступления в воздушную среду помещений химических веществ, вызывающих аллергические реакции, являются полимерные строительные и отделочные материалы, препараты бытовой химии, табачный дым, комнатные растения.

Особое внимание следует уделять основному химическому бытовому аллергену – формальдегиду. Отметим также, что формальдегид обнаружен в воздушной среде более 80% обследованных помещений. В более 65% помещений концентрации формальдегида превышали гигиенический норматив. Основным источником превышения содержания формальдегида в воздушной среде 67% помещений являлась мебель, изготовленная из ДСП. В других случаях источником формальдегида являлись мастика и клей, используемые для настилки паркета, пленка для стен, стеновые отделочные панели, гидроизоляционная пленка.

Кроме того, формальдегид поступает в воздух жилых помещений с продуктами неполного сгорания бытового газа. Установлено, что при одночасовой работе 4-х конфорок газовой плиты концентрация формальдегида в воздухе увеличивалась от 1,5 до 2,3 раза. Курение табака также является дополнительным источником загрязнения воздушной среды формальдегидом. При выкуривании 3-х сигарет концентрация формальдегида в помещении объемом 18 м^3 увеличивалась в среднем на 40%.

Таблица 2. Загрязняющие воздух жилых помещений химические вещества, обладающие аллергенной активностью**Table 2.** Chemicals polluting the air of residential premises with allergenic activity

Группа веществ	Вещество	Источники поступления в воздушную среду помещения
Альдегиды	Формальдегид	Мебель, теплоизоляционные материалы, отделочные плиты и панели из древесно-стружечных плит, картона, клееной фанеры, ткани, бумага, парфюмерия, бытовая химия, табачный дым, бытовой газ
Ароматические углеводороды	Бензол	Строительные материалы, лаки, краски, бытовой газ, табачный дым, атмосферный воздух
	Этилбензол	Атмосферный воздух, строительные и отделочные материалы, табачный дым
	Толуол	Лаки, краски, клеи, шпаклевки, мастики, линолеумы и другие отделочные материалы, бытовая химия, табачный дым
	Ксилолы	Лаки, краски, клеи, шпаклевки, мастики, смазки, пропитки, табачный дым
	Стирол	Теплоизоляционные материалы, отделочные панели и плитки, игрушки, корпуса бытовой техники, табачный дым
	Изопропил-бензол	Строительные и отделочные материалы, препараты бытовой химии, табачный дым
Эфиры	Этилацетат	Растворители, строительные и отделочные материалы, препараты бытовой химии
	Бутилацетат	Растворители, строительные и отделочные материалы, препараты бытовой химии
	Метилмет-акрилат	Отделочные материалы, клеи, эмульсии, аппреты
Непредельные углеводороды	Изопрен	Отделочные материалы, игрушки, спортивный инвентарь, бытовая химия, косметические средства, парфюмерия, выдыхаемый воздух.
Спирты	Этилен-гликоль	Вентиляционные и отопительные системы, бытовая химия
Терпеновые углеводороды	Лимонен	Масла, ароматизаторы, парфюмерия, комнатные растения
Тяжелые металлы	Никель	Атмосферный воздух, строительные материалы с добавлением промоторов
	Хром	Атмосферный воздух, строительные материалы с добавлением промоторов
	Кобальт	Красители и строительные материалы с добавлением промоторов

При определении источников загрязнения воздуха формальдегидом следует учитывать, что он может поступать одновременно из нескольких строительных и отделочных материалов и других источников. При этом также следует учитывать, что его выделение из каждого используемого материала может не превышать допустимого уровня, в то время, как в воздухе помещения

суммарно может создаваться концентрация, превышающая предельно допустимую до 3 и более раз.

Анализ полученных результатов исследования показал, что концентрации ряда химических веществ, постоянно присутствующих в воздушной среде жилых помещений превышают гигиенические нормативы, установленные для атмосферного воздуха. Кроме того, как минимум 14 веществ из постоянно обнаруживаемых химических соединений являются классическими аллергенами или могут вызывать аллергические реакции, что обуславливает их особую опасность для здоровья проживающих.

На основании результатов проведенных исследований для обеспечения химической безопасности воздушной среды жилых помещений и снижения риска развития аллергических заболеваний, обусловленных химическими бытовыми факторами, разработан перечень рекомендаций для проведения профилактических мероприятий:

- Каждый полимерный строительный и отделочный материал, а также мебель и предметы интерьера должны иметь гигиеническое заключение о безопасности или сертификат соответствия.
- При проектировании, строительстве и эксплуатации зданий следует учитывать, что одни и те же вещества могут поступать одновременно из нескольких источников, суммарно создавая в воздухе помещения превышающие предельно допустимые концентрации.
- Следует использовать отделочные материалы строго по назначению, указанному на этикетке (для наружных, для внутренних работ). Строго соблюдать технологию производства строительных и отделочных работ.
- Проводить регулярно контроль работы вентиляционной системы и проходимость вентиляционных каналов в жилых домах.
- При использовании газовой плиты после окончания приготовления пищи следует организовать сквозное проветривание в течение не менее 15 минут. Недопустимо использование газовой плиты для обогрева помещений.
- Во избежание излишней герметизации помещений на окна следует устанавливать стеклопакеты с зимним режимом проветривания.
- При использовании воздухоочистителей следить за регулярной сменой фильтров и учитывать, что многие из них являются источником выделения озона (сильного окислителя) в воздух помещений, вызывающего протекание процессов трансформации загрязняющих веществ с образованием нередко более токсичных и опасных продуктов.
- Не допускать курение в жилых помещениях и избегать хранения в квартирах большого запаса средств бытовой химии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одним из основных источников химического загрязнения воздушной среды помещений веществами, способными вызывать аллергические реакции, являются строительные и отделочные полимерные материалы. Кроме того, идентифицирован широкий спектр веществ, поступающих в воздушную среду помещений с табачным дымом и комнатными растениями. Среди более 100

веществ, идентифицированных в составе табачного дыма, и 30 – в составе летучих выделений комнатных растений, обнаружены соединения, обладающие сенсibiliзирующим действием, в том числе формальдегид и ряд ароматических углеводов. Большую гигиеническую значимость в отношении химической опасности имела специфическая для объектов природного происхождения группа терпеновых углеводов, относящаяся к группе легко трансформируемых веществ, а также к группе кислородсодержащих соединений (альдегиды, кетоны, фенолы, эфиры), относящиеся к токсичным и опасным химическим веществам.

Предложенный перечень рекомендаций для проведения профилактических мероприятий направлен на снижение качественно-количественного состава загрязняющих веществ, включая вещества, обладающие сенсibiliзирующим действием, что способствует минимизации химической опасности внутренних источников загрязнения воздушной среды помещений и сохранению здоровья населения.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTERESTS:

The authors declare no conflict of interests.

Список литературы

1. Федосеева В.Н., Рахманин Ю.А. *Экологические аспекты гиперактивности организма к факторам окружающей среды*. М.: МАКС Пресс, 2012. 188 с.
2. Губернский Ю.Д., Рахманин Ю.А., Калинина Н.В. (2012) Проблемные вопросы гигиены жилых и общественных зданий и концепция развития исследований на перспективу. *Гигиена и санитария*, 4, 9–14.
3. Губернский Ю.Д., Калинина Н.В., Мельникова А.И. (1998). Эколого-гигиеническая оценка влияния факторов внутрижилищной среды на аллергизацию населения. *Гигиена и санитария*, 4, 50–54.
4. Губернский Ю.Д., Федосеева В.Н., Маковецкая А.К., Калинина Н.В., Федоскова Т.Г. (2017) Эколого-гигиенические аспекты сенсibiliзированнойности населения в жилой среде. *Гигиена и санитария*, 5, 14–19.
5. Желтикова Т.М., Антропова А.Б., Макроносова М.А. (2016). Многолетняя динамика акарокомплекса домашней пыли и структуры сенсibiliзации к бытовым аллергенам у атопических больных. *Иммунология*, 1, 25–28.
6. Лусс Л.В. (2002). Аллергия – болезнь цивилизации: эпидемиология, факторы риска, этиология, классификация, механизмы развития. *Аллергология*, 2(2), 9–11.
7. Liu, L. Poon, R, Chen, L., Frescura, A.M., Montuschi, P., Ciabattini, G., Wheeler, A., Dales, R. (2009). Acute effects of air Pollution on pulmonary function, airway, inflammation and oxidative stress in asthmatic children. *Environmental Health Perspect*, 117(4), 668–674.
8. Sarigiannis, D.A., Karakitsios, S.P., Gotti, A., Liakos, I.L., Katsoyiannis, A. (2002). Exposure to major volatile organic compounds and carbonyls in European indoor environment and associated health risk. *Environmental International*, 37(4), 743–765.
9. Ганькин А.Н., Гриценко Т.Д., Соколов С.М., Пронина Т.Н. (2014). Риск здоровью учащихся, формируемый загрязнением воздушной среды учебных помещений от среды учебных помещений. *Анализ риска здоровью*. 1, 40–48.

10. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. Москва, Роспотребнадзор; 2021, 1–469.
11. Малышева А.Г. (1999). Летучие органические соединения в воздушной среде помещений жилых и общественных зданий. *Гигиена и санитария*, 1, 43.
12. Губернский Ю.Д., Калинина Н. В. (2001). Гигиеническая характеристика химических факторов риска для населения в условиях жилой среды. *Гигиена и санитария*, 4, 25–29.
13. Малышева А.Г., Рахманин Ю.А., Растянный Е.Г. и др. (2016). Хромато-масс-спектрометрическое исследование летучих выделений растений для оценки эффективности и химической безопасности применения. *Гигиена и санитария*, 95(6), 501. DOI: <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-6-501-507>.
14. Малышева А.Г., Юдин С.М. (2019). Трансформация химических веществ в окружающей среде как неучтенный фактор опасности для здоровья населения. *Химическая безопасность*, 3(2), 45–66. <https://doi.org/10.25514/CHS.2019.2.16005>
15. Малышева А.Г., Гуськов А.С., Козлова Н.Ю., Губернский Ю.Д., Растянный Е.Г., Беззубов А.А. (2006). Аналитические аспекты гигиенической оценки ионизации воздуха общественных помещений. *Гигиена и санитария*, 4, 32–37.
16. Малышева А.Г., Шелепова О.В., Козлова Н.Ю., Юдин С.М. (2017). Хромато-масс-спектрометрическое исследование летучих выделений эфирноносных растений для оценки химической безопасности их применения в закрытых помещениях. *Гигиена и санитария*, 96(10), 975. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-10-975-979>.
17. Малышева А.Г., Шелепова О.В., Козлова Н.Ю. (2017). Хромато-масс-спектрометрические исследования летучих выделений растений для оценки химической безопасности применения аэрофитокомплексов. *Медицина труда и промышленная экология*, 9, 118–119

References

1. Fedoseeva, V.N. & Rakhmanin, Yu.A. *Ecological aspects of hyperactivity of the organism to environmental factors*. - M.: MAKSS Press, 2012. 188 p. (in Russ.)
2. Gubernsky, Yu.D., Rakhmanin, Yu.A., & Kalinina, N.V. (2012). Problematic issues of hygiene of residential and public buildings and the concept of research development for the future. *Hygiene and sanitation*. No.4. pp.9-14. (in Russ.)
3. Gubernsky, Yu.D., Kalinina, N.V., & Melnikova, A.I. (1998). Ecological and hygienic assessment of the influence of factors of the intra-vaginal environment on the allergization of the population. *Hygiene and sanitation*, 4, 50–54. (in Russ.)
4. Gubernsky, Yu.D., Fedoseeva, V.N., Makovetskaya, A.K., Kalinina, N.V., & Fedoskova, T.G. (2017). Ecological and hygienic aspects of sensitization of the population in the residential environment. *Hygiene and sanitation*. 5. 14–19. (in Russ.)
5. Zheltikova, T.M., Antropova, A.B., & Makronosova, M.A. (2016). Long-term dynamics of the acarocomplex of house dust and the structure of sensitization to household allergens in atopic patients. *Immunology*, 1, 25–28. (in Russ.)
6. Luss, L.V. (2002). Allergy - a disease of civilization: epidemiology, risk factors, etiology, classification, mechanisms of development. *Allergology*, 2(2), 9–11. (in Russ.)
7. Liu, L., Poon, R., Chen, L., Frescura, A.M., Montuschi, P., Ciabattini, G., Wheeler, A., & Dales, R. (2009). Acute effects of air Pollution on pulmonary function, airway, inflammation and oxidative stress in asthmatic children. *Environmental Health Perspective*, 117(4), 668–674.
8. Sarigiannis, D.A., Karakitsios, S.P., Gotti, A., Liakos, I.L., & Katsoyiannis, A. (2002). Exposure to major volatile organic compounds and carbonyls in European indoor environment and associated health risk. *Environmental International*. 37(4). 743–765.

9. Gankin, A.N., Gritsenko, T.D., Sokolov, S.M., & Pronina, T.N. (2014). The risk to the health of students formed by air pollution of educational premises from the environment of educational premises. *Health risk analysis*, 1, 40–48. (in Russ.)
10. SanPiN 1.2.3685-21 Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans. Moscow, Rospotrebnadzor; 2021: 1–469. (in Russ.)
11. Malysheva, A.G. (1999). Volatile organic compounds in the air environment of residential and public buildings. *Hygiene and sanitation*. 1, 43. (in Russ.)
12. Gubernsky, Yu.D. & Kalinina, N. V. (2001). Hygienic characteristics of chemical risk factors for the population in a residential environment. *Hygiene and sanitation*, 4, 25–29. (in Russ.)
13. Malysheva, A.G., Rakhmanin, Yu.A., Rastiannikov, E.G. et al. 2016. Chromato-mass spectrometric study of volatile plant secretions to assess the effectiveness and chemical safety of application. *Hygiene and sanitation*. 95(6). 501. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-6-501-507>
14. Malyshev, A.G. & Yudin, S.M. 2019. Transformation of chemicals in the environment as unaccounted factor of risk for population health. *Khimicheskaya Bezopasnost' = Chemical Safety Science*, 3(2). 45–66. (in Russ.)
15. Malyshev, A.G., Guskov, A.S., Kozlova, N.Yu. *Provincial Y.D. Tertiary E.G., & Bezzubov, A.A.* (2006). Analytical aspects of hygienic assessment of air ionization public Science spaces. *Hygiene and sanitation*, 4, 32–37. <https://doi.org/10.25514/CHS.2019.2.16005>
16. Malysheva, A.G., Shelepova, O.V., Kozlova, N.Yu., & Yudin, S.M. (2017). Chromato-mass spectrometric study of volatile secretions of ether-bearing plants for assessing the chemical safety of their use in enclosed spaces. *Hygiene and sanitation*. 96(10), 975. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-10-975-979>
17. Malysheva, A.G., Shelepova, O.V., & Kozlova, N.Yu. (2017). Chromato-mass spectrometric studies of volatile plant secretions for assessing the chemical safety of the use of aerophytocomplexes. *Labor medicine and industrial ecology*. 9, 118–119. (in Russ.)