

**Федеральное бюджетное учреждение науки
«Федеральный научный центр медико-профилактических технологий
управления рисками здоровью населения»**

На правах рукописи



НИКИФОРОВА Надежда Викторовна

**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПО КРИТЕРИЯМ РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ
ПОТРЕБИТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ, ОТДЕЛОЧНЫХ
МАТЕРИАЛОВ И МЕБЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ КАК ОБЪЕКТОВ
ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ**

14.02.01 – гигиена

Диссертация
на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук
профессор
Май Ирина Владиславовна

Пермь
2017 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ПОЛИМЕРНЫЕ И ПОЛИМЕРСОДЕРЖАЩИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ, ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МЕБЕЛЬ НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКОМ РЫНКЕ СТРАНЫ: ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА С ПОЗИЦИЙ ОЦЕНКИ ХИМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	12
1.1 Полимерные и полимерсодержащие строительные, отделочные материалы и мебель – общая характеристика.....	12
1.2 Химические компоненты, мигрирующие из строительных, отделочных материалов и мебели как факторы опасности для здоровья человека.....	18
1.3 Правовые аспекты обеспечения гигиенической безопасности строительных и отделочных материалов, мебельной продукции в системе технического регулирования	26
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ, МЕТОДЫ И ОБЪЕМ ИССЛЕДОВАНИЯ	34
ГЛАВА 3. ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ, МЕБЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ.....	50
3.1 Оценка уровней миграции химических примесей в воздух из строительных, отделочных материалов и мебельной продукции, находящихся в обороте на потребительском рынке Российской Федерации.....	50
3.2 Оценка миграции в среду обитания химических примесей из строительных, отделочных материалов, использованных при строительстве сборно-каркасных домов....	58
3.3 Моделирование загрязнения воздуха помещений химическими примесями в условиях совокупного использования строительных и отделочных материалов	62
3.4 Результаты инструментальных исследований качества воздуха помещений сборно-каркасных домов, построенных с широким использованием полимерных и полимерсодержащих материалов. Сравнение расчётных и натурных данных	65
3.5 Оценка влияния насыщенности помещений дошкольных, школьных общеобразовательных учреждений мебельной продукцией из полимерсодержащих материалов на уровень загрязнения воздуха помещений.....	70
ГЛАВА 4 АНАЛИЗ И ПРОГНОЗ РИСКОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ, МИГРИРУЮЩИХ ИЗ СОВОКУПНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ, МЕБЕЛИ.....	75
4.1 Оценка потенциального ингаляционного риска здоровью населения в условиях проживания в сборно-каркасных домах (результаты исследования материалов в климатических камерах)	75
4.2 Оценка риска здоровью населения в условиях проживания в сборно-каркасных домах по данным инструментальных исследований качества воздуха жилых помещений	83
4.3 Оценка риска нарушения здоровья у детей, воспитывающихся и обучающихся в разных условиях загрязнения воздуха	87
Глава 5. ОЦЕНКА РЕАЛИЗАЦИИ РИСКОВ ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ УГЛУБЛЕННЫМИ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИМИ ИССЛЕДОВАНИЯМИ	91
5.1 Оценка реализации рисков здоровью жителей сборно-каркасных домов	91

5.2. Верификация реализации рисков здоровью детей, посещающих дошкольные учреждения, углубленными медико-биологическими исследованиями	99
5.3. Построение модели нарастания риска формирования нарушений здоровья при хроническом ингаляционном воздействии формальдегида	103
ГЛАВА 6. САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО МИНИМИЗАЦИИ РИСКОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ГРАЖДАН - ПОТРЕБИТЕЛЕЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ, ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ И МЕБЕЛИ.....	108
6.1. Оптимизация санитарно-эпидемиологического надзора за химической безопасностью строительных, отделочных материалов и мебели.....	108
6.2. Учет совокупного выделения вредных примесей из строительных и отделочных материалов на этапе проектирования и строительства жилых и общественных зданий	111
6.3. Рекомендации по минимизации рисков при воздействии факторов опасности полимерсодержащей мебели в детских образовательных учреждениях	114
6.4. Рекомендации по медико-профилактическим мероприятиям для населения с различными уровнями риска для здоровья, обусловленного воздействием формальдегида, мигрирующего из строительных, отделочных материалов и мебели..	117
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	119
ВЫВОДЫ	126
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	129
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	131
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	133
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	161
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	164
ПРИЛОЖЕНИЕ 3.....	167
ПРИЛОЖЕНИЕ 4.....	168
ПРИЛОЖЕНИЕ 5.....	170
ПРИЛОЖЕНИЕ 6.....	173
ПРИЛОЖЕНИЕ 7.....	176
ПРИЛОЖЕНИЕ 8.....	178

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность и степень разработанности темы исследования

Расширение ассортимента потребительской продукции всех видов, повышение свободы передвижения товаров, рост числа производителей, применяющих различные технологии, увеличение доли синтетических, неприродных материалов при производстве товаров – все это основные тенденции развития мировой экономики и торговли [1-4]. Тенденция характерна как для пищевой, так и для непищевой продукции. При этом вопросы безопасности потребительской продукции продолжают сохранять свою актуальность, а в ряде случаев, приобретают все большую значимость [5-8]. По данным [http//elibrary.ru](http://elibrary.ru) из каждых 100 отечественных научных публикаций по теме безопасности потребительской продукции только 3 посвящены непищевым товарам. Вместе с тем, ряд видов непищевой продукции, среди которых строительные, отделочные материалы и мебель неоднократно описаны как источники потенциальных угроз и опасностей, прежде всего – химической природы. Рядом исследователей [9-11] установлено, что из строительных, отделочных материалов и мебели в среду обитания человека могут выделяться в значимых концентрациях аммиак, акрилонитрил, ангидрид фосфорный, бутил- и винилацетаты, водород цианистый, гексаметилендиамин, комплекс органических фталатов, ароматические углеводороды, акрилаты, метиловый, бутиловый, и изопропиловый спирты, формальдегид, фенолы и ряд иных примесей.

На негативные последствия со стороны здоровья потребителей при воздействии веществ, мигрирующих из продукции в окружающую среду указывают результаты научных работ Гладковской А.А., Каранастас Л.Ю., Mendell M.J., K.B. Rumchev, et al. [12-16]. Вместе с тем, гигиенические нормативы миграции примесей из строительных и отделочных материалов и мебели существенно различны для разных стран, что свидетельствует о разной степени

признания опасности продукции [8,17].

Безопасность потребительской продукции в Российской Федерации обеспечивается обязательностью соблюдения требований Технических Регламентов Евразийского экономического союза, Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) и/или отечественных нормативных документов. В базовом документе системы технического регулирования в ЕАЭС «Соглашении о проведении согласованной политики в области технического регулирования, санитарных и фитосанитарных мер» безопасность продукции рассматривается как отсутствие недопустимого риска, связанного с возможностью причинения вреда и (или) нанесения ущерба» (ст. 1). Риск для здоровья рассматривается и в качестве критерия химической безопасности мебельной продукции (ст. 3 ТР ТС 025/2012). При этом в ряде законодательных документов системы технического регулирования отсутствие недопустимого риска рассматривается как условие соблюдения стандартов, установленных для отдельных факторов продукции (ст. 4. ТР/ТС 005/2011, ст. 5 ТР/ТС 009/2011 и пр.). Данное положение не в полной мере соответствует принципам оценки риска в условиях комплексного комбинированного воздействия факторов.

Методология оценки риска здоровью при негативном воздействии факторов среды обитания человека в Российской Федерации в последние годы развивается довольно интенсивно [18-20]. Вместе с тем, методические аспекты и критерии оценки риска как показателя безопасности непищевой продукции разработаны недостаточно.

Цель исследования – гигиеническая оценка по критериям допустимого риска для здоровья населения безопасности строительных, отделочных материалов и мебельной продукции в реальных условиях их эксплуатации.

Задачи исследования:

1. Выполнить гигиеническую оценку продукции (товаров) из групп полимерсодержащих строительных, отделочных материалов и мебели, выявить и описать факторы опасности для здоровья потребителей.

2. Выполнить гигиеническую оценку фактической миграции в среду обитания химических примесей из ряда применяемых в Российской Федерации товаров.

3. Провести оценку риска для здоровья человека в условиях реального использования комплекса строительных и отделочных материалов (на примере быстровозводимых сборно-каркасных жилых строений) и мебели (на примере дошкольных образовательных учреждений и школ).

4. Оценить реализацию рисков для здоровья экспонированных групп населения в условиях использования совокупности полимерсодержащих строительных, отделочных материалов, мебели.

5. Разработать гигиенические рекомендации по минимизации рисков для здоровья потребителей, использующих строительные, отделочные материалы и мебельную продукцию.

Научная новизна работы

Обоснована классификация 30 групп строительных и отделочных материалов с выделением четырех кластеров, характеризующихся специфическим набором и уровнем факторов опасности, по критериям частоты нарушений нормативов миграции химических примесей.

Доказана суммация рисков до уровня недопустимого в условиях одновременного использования в жилищном строительстве 8-9 видов полимерсодержащих строительных и отделочных материалов, не имеющих нарушений нормативов миграции химических веществ в воздух.

Установлено, что критерием безопасности является значение насыщенности помещений детских образовательных учреждений полимерсодержащей мебелью на уровне $0,6 \text{ м}^2/\text{м}^3$, превышение которого достоверно ухудшает качество воздуха помещений и может формировать недопустимый риск нарушений здоровья детей.

Доказано, что длительная экспозиция формальдегидом на уровне выше 0,01

мг/м³ обуславливает постепенное нарастание риска нарушения функций органов дыхания, описываемое достоверной математической моделью, что позволяет прогнозировать критическое время перехода риска в категорию «недопустимый» при разных условиях экспозиции.

Впервые установлено, что у жителей сборно-каркасных домов, построенных с широким применением полимерсодержащих материалов, риск нарушения здоровья, выражаемый в поражениях органов дыхания, переходит в категорию неприемлемого через 10-11 лет проживания.

Научно обоснованы программы лабораторного сопровождения плановых мероприятий по надзору за химической безопасностью строительных, отделочных материалов и мебели.

Теоретическая и практическая значимость работы:

Результаты исследований способствуют расширению знаний в области общей гигиены, в части изучения общих закономерностей влияния химических факторов продукции (строительных, отделочных материалов, мебели) на здоровье населения, позволяют применять процедуру оценки риска здоровью населения при характеристике безопасности продукции.

Практическая значимость работы заключается в установлении реализуемых на рынке Российской Федерации видов строительных и отделочных материалов, для которых характерны наиболее частые нарушения гигиенических нормативов уровня миграции в воздушную среду химических примесей, что позволяет дифференцированно формировать содержание и лабораторное сопровождение плановых надзорных мероприятий. Результаты оценки рисков для здоровья населения были использованы при обосновании решений по переселению жителей из сборно-каркасных домов одного из микрорайонов г. Березников Пермского края и оценке возможности применения домов для иных целей.

Результаты исследования были использованы при защите позиции Роспотребнадзора о недопустимости смягчения гигиенических нормативов миграции формальдегида из строительных материалов и мебельной продукции.

Методология и методы исследования

В работе использованы санитарно-гигиенические, эпидемиологические, клинические, химико-аналитические, клинико-лабораторные, статистические методы исследования, методы кластерного анализа, полуколичественные и количественные методы оценки риска здоровью при воздействии химических факторов опасности, моделирование эволюции риска нарушений здоровья при воздействии химических факторов опасности.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Полимерсодержащие строительные, отделочные материалы и мебель, обращаемые на потребительском рынке Российской Федерации, характеризуются систематическими превышениями санитарно-гигиенических требований в части миграции вредных для здоровья химических веществ во внутреннюю среду помещений. Приоритетным фактором риска является формальдегид. Товарами групп риска являются клееная фанера, древесно-волоконистые, древесно-стружечные плиты.

2. Соблюдение каждым отдельным видом продукции установленных санитарно-гигиенических норм и требований технических регламентов в условиях одновременного применения при жилищном строительстве нескольких видов полимерсодержащих строительных и отделочных материалов не гарантирует отсутствие недопустимого риска для здоровья потребителя, в ряде случаев - уже через 10-11 лет экспозиции.

3. В условиях длительного периодического или постоянного пребывания человека в условиях загрязнения внутренней среды помещений формальдегидом, мигрирующим из строительных, отделочных материалов и/или мебели, риски реализуются в виде дополнительных случаев заболеваний органов дыхания, формирования специфической и неспецифической сенсибилизации организма, активационных реакций со стороны гуморального иммунитета.

4. Минимизация рисков здоровью потребителей полимерсодержащих строительных, отделочных материалов и мебели достигается адресным риск-ориентированным санитарно-эпидемиологическим надзором за товарами

определенных групп, учетом совокупной миграции формальдегида из строительных и отделочных материалов при строительстве, государственной регистрацией полимерных и полимерсодержащих строительных материалов, а также реализацией специализированных медико-профилактических программ для лиц с уже сформированными нарушениями здоровья, ассоциированными с факторами риска продукции.

Степень достоверности и апробация материалов диссертации

Достоверность полученных результатов определена всесторонним анализом ранее опубликованных результатов исследований по теме диссертации, использованием в работе данных, полученных на сертифицированном оборудовании аккредитованных лабораторно-испытательных центров, применением современных методов сбора, обработки и анализа исходной информации, адекватной статистической обработкой полученных результатов.

Теоретическое значение имеют предложенные подходы к классификации продукции по уровням нарушений норм миграции химических примесей для задач оптимизации санитарно-эпидемиологического надзора, обоснованные критерии насыщенности полимерсодержащей мебелью детских образовательных учреждений, математические модели нарастания рисков болезней органов дыхания, позволяющие прогнозировать риски для здоровья при разных экспозициях формальдегида в любой заданный период времени.

Результаты работы обсуждены и доложены на 13-ой Международной конференции по качеству воздуха в помещениях и климату (ГонКонг, 2014); Всероссийских научно-практических конференциях с международным участием «Актуальные проблемы безопасности и оценки риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания», (г. Пермь, 2014, 2015); «Профилактическая медицина – 2015» (СпБ, 2015); «Актуальные проблемы безопасности и анализа риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания», (г. Пермь, 2016); «Гигиена, токсикология, профпатология: традиции и современность», посвященная 125-летию основания Федерального научного центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана (г. Москва, 2015), Всероссийской

научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора «Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения» (г. Пермь, 2016).

Публикации. По результатам исследования опубликовано 16 печатных работ, в том числе 6 в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации.

Внедрение результатов исследования в практику.

Результаты работ были использованы при подготовке следующих методических документов: «Методология оценки рисков здоровью населения при воздействии химических, физических и биологических факторов для определения показателей безопасности продукции (товаров). Евразийская экономическая комиссия М.: «Юманите медиа», 2014, МУ 2.1.10.3165-14 «Порядок применения результатов медико-биологических исследований для доказательства причинения вреда здоровью населения негативным воздействием химических факторов среды обитания» (утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации А. Ю. Поповой от 23.05.2014 г.); МР 5.1.0116-17 «Риск-ориентированная модель контрольно-надзорной деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия» (утверждены главным государственным санитарным врачом Российской Федерации А. Ю. Поповой от 11.08.2017 г.).

Материалы научных исследований внедрены в процесс профессиональной подготовки студентов биологического факультета ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» по программе бакалавриата «Экология человека», материалы исследований используются при проведении курсов тематического усовершенствования специалистов Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Личный вклад автора. Доля личного участия автора при планировании, организации и проведении исследований по всем разделам работы составила более 80%. Формирование целей и задач исследования, непосредственное участие

в сборе материала, анализ фактического материала, статистическая обработка и обобщение результатов полностью проведены автором работы. Автор лично участвовал в исследованиях по оценке качества воздуха помещений дошкольных и школьных образовательных учреждений и инструментальном определении насыщенности дошкольных и школьных учреждений мебельной продукцией.

Автор выражает сердечную благодарность и глубокую признательность научному руководителю д-ру биол. наук профессору Май И.В. за руководство, всестороннюю поддержку, полученные знания и опыт работы; академику РАН, д-ру мед. наук, проф. Н. В. Зайцевой – за возможность выполнения работы в целом, всемерную помощь и научное консультирование. Исследователь искренне благодарит рецензента, д-ра мед. наук О.Ю. Устинову за внимательный, кропотливый анализ работы и консультации при доработке материалов. Благодарность автор приносит руководителям отделов ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровья», на базе которых были выполнены отдельные фрагменты исследований: д-ру мед. наук М.А. Земляновой, д-ра мед. наук О.В. Долгих, д-ру биол. наук Т.С. Уланова, канд. техн. наук Д.А. Кирьянову и канд. мед. наук С.В. Клейн. Отдельную благодарность автор приносит ученому секретарю центра д-ру мед. наук П.З. Шуру за научное консультирование по вопросам оценки риска здоровью.

Структура и объем диссертации. Работа изложена на 179 страницах машинописного текста, содержит 39 таблиц, 16 рисунков. Состоит из введения, аналитического обзора литературы, главы материалов и методов, 4 глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка использованных источников, включающего 123 отечественных и 100 зарубежных источника, 8 приложений.

ГЛАВА 1. ПОЛИМЕРНЫЕ И ПОЛИМЕРСОДЕРЖАЩИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ, ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МЕБЕЛЬ НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКОМ РЫНКЕ СТРАНЫ: ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА С ПОЗИЦИЙ ОЦЕНКИ ХИМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

1.1 Полимерные и полимерсодержащие строительные, отделочные материалы и мебель – общая характеристика

Синтетические полимерные материалы получили свое широкое распространение в строительной отрасли сравнительно недавно – около 60-70 лет назад [21], однако довольно быстро завоевали рынок, что привело к интенсивному развитию их производства и дальнейшему росту потребления. Масштабы использования полимеров во многом определяются их свойствами, которые нередко превосходят характеристики природных материалов. Синтетические вещества зачастую обладают более низкой плотностью, устойчивостью к коррозии, имеют лучшие тепло- звукоизоляционные свойства, обладают повышенной прочностью, химической инертностью, стойкостью к микроорганизмам и пр. [1, 22, 23]. Исследования Овчинникова В.В. (2000) [1], Хозина В.Г. (2005) [24], Строганова В.Ф. (2005) [22], Humphreys M.F. (2003) [25] и других [26] свидетельствуют, что использование полимерных материалов в строительстве позволяет снизить массу зданий. Так, покрытие 100 м² пола полимерным материалом снижает массу пятиэтажной строительной конструкции на 11–19 тонн, отделка стен – на 7–13 тонн., теплоизоляция стен и кровли – на 3,6–3,8 тонн. Малый вес полимерных материалов позволяет сокращать расходы на монтаж и снижать потребность в тяжелых и энергоемких грузоподъемных механизмах. При производстве мебели синтетические составляющие увеличивают прочность корпусной конструкции до 1,5-2 раз, ее твердость до 2 раз, снижают истираемость в 2-3 раза и пр. [27].

Важным достоинством полимерных материалов является возможность проектирования макромолекул с предсказуемым комплексом свойств материала на их основе. Это позволяет направленно синтезировать вещества, которые при внесении в традиционные материалы дают возможность получить заданные характеристики: к примеру, повысить прочность и жесткость или, напротив, увеличить эластичность, усилить водонепроницаемость и т.п. [1, 24].

Способность полимеров улучшать свойства природных материалов позволяет использовать их при производстве практически любых видов строительных и отделочных материалов, а также при производстве мебельной продукции [28-30]. Так, полимеризационные полимеры (полиэтилен, полипропилен, полиизобутан и т.п.) используются для гидроизоляции, звуко- и теплоизоляции, в качестве облицовочных материалов с антикоррозийными и декоративными свойствами, реже – вместо асбеста при армировании цемента. В смешанном с каучуками, полиэтиленом, поливинилхлоридом, фенолформальдегидными смолами составе они применяются как уплотнительные материалы, компоненты клеев, герметизирующих составов [31-33]. Пенополистирол востребован в качестве звуко- теплоизоляционного материала, а также при изготовлении красок, эмалей для внутренней отделки стен, гидроизоляционных пленок. Поливинилхлорид применяется для покрытия полов, облицовки стен, тепло-звукоизоляции, при изготовлении плинтусов, оконных переплетов. Модифицированные полимеры, которые являются производными природных высокомолекулярных веществ (казеина, целлюлозы), являются компонентами лаков для окрашивания древесины и металла [33].

Поликонденсационные полимеры (мочевино- и мелано- фенолформальдегидные и фенолоальдегидные, карбамидоформальдегидные полимеры) – продукты поликонденсации фенола с формальдегидом – хорошо сочетаются с наполнителями, такими как древесная стружка, мелкая щепка, опилки, кань, бумага. Это позволяет применять поликонденсатные синтетические вещества в качестве связующих компонентов (смол) в производстве древесно-стружечных и древесно-волокнистых плит, фанеры, бумажно-слоистых пластиков и пр. [29, 32-

38]. При этом появляется возможность использовать отходы деревопереработки, что значительно удешевляет конечный продукт [36]. Древесные материалы, в том числе на основе отходов (стружки и опилок), модифицированные полимерами (ДВП, ДСП, OSB, МДФ), используются при изготовлении подоконников, дверей, перегородок, обшивки крыш, стен, для строительства сборных конструкций, как основа для потолков и полов, для внутренней отделки помещения, для обшивки стен, тепло- и звукоизоляции, выравнивания полов. Фанеру используют при обшивке стен, в качестве основы под пол, покрытия крыши, возведения перегородок, производстве мебельной продукции [20].

Формальдегидсодержащие смолы являются одними из наиболее востребованных полимеров при производстве строительных и отделочных материалов. Об этом свидетельствуют уровни ежегодного потребления данных веществ Российским лесопромышленным комплексом – около 1,2 млн. т. в год. На период до 2020 года прогнозируется рост потребления до 2,5-2,73 млн. т. [39,40]. Высокая стабильность формальдегида, чистота его технических сортов, отсутствие окраски, высокая реакционная способность, наличие бактерицидных, дезинфицирующих и консервирующих свойств позволяет применять его при производстве дубильных составов, смесей, придающих материалам твердость и жесткость, устойчивость к биологическим факторам опасности [36, 41, 43].

В целом производство и применение полимерсодержащих материалов в стране постоянно растет. Значительный прирост объемов жилого строительства в Российской Федерации (2000 г. – ввод в действие – 30,3 млн. м² общей площади жилых домов, 2005 г. – 43,6 млн. м²; 2010 г. – 70,5 млн. м²; в 2015 г. - 85,3 млн. м²) [44] повлек рост спроса и производства полимерных материалов, используемых в строительстве. Как следствие производство полимеров только за период 2014-2015 гг. увеличилось на 37%. На сегодня строительная отрасль занимает второе ранговое место в структуре потребления полимерных материалов, используя до 20% производимого объема синтетических компаундов [45]. Номенклатура полимерных материалов, используемых в строительстве, насчитывает около 1000 наименований [28].

Полимерные материалы все в больших масштабах используются и в малоэтажном строительстве, где применяется панельная технология (с использованием сэндвич-панелей). Последняя обеспечивает быстровозводимость сооружений различного назначения. Сборно-каркасные сооружения из сэндвич-панелей представляют собой строительную конструкцию, состоящую из 2 листов, расстояние между которыми заполнено утеплителем, а также облицовочных листов и пароизоляционных пленок. Этот тип сооружений особенно часто используется при ликвидации последствий стихийных бедствий, при строительстве облегченных промышленных, офисных зданий, ангаров и пр. [46].

В целом в последние 10 лет в стране отмечен значительный рост производства древесноплитных материалов с полимерным компонентом – (Рисунок 1.1) [47], сокращение производства и применения не прогнозируется.

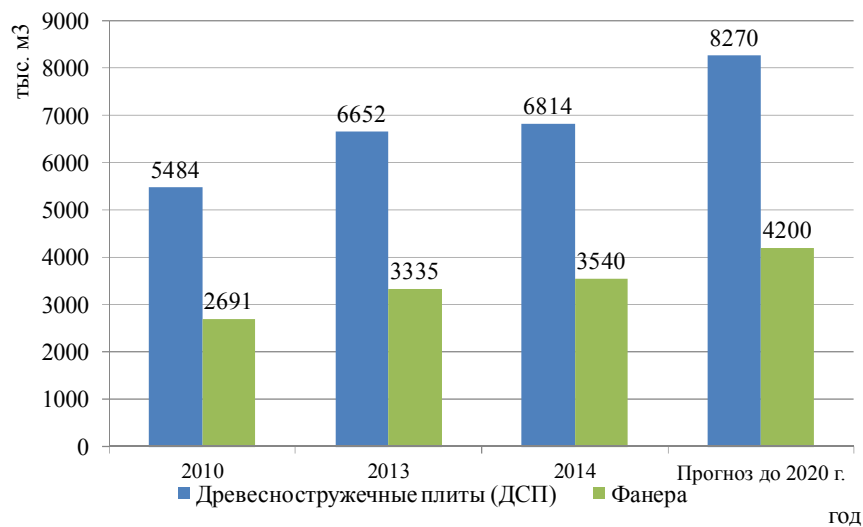


Рисунок 1.1 – Производство древесноплитных полимерсодержащих материалов в России, 2010-2020 гг., тыс. м³

Вместе с тем, при множестве положительных аспектов применения полимерных и полимерсодержащих материалов, их использование в строительной и мебельной отрасли сопряжено с рядом проблем, важнейшая из которых – выделение с поверхности или из объема материала в среду обитания (воздух) человека небезопасных химических веществ [10, 28]. Перечень этих веществ

достаточно широк: формальдегид, фенол, бензол, стирол, аммиак, этилбензол, дибутилфталат, диоктилфталат, этилацетат, толуол, ацетальдегид, ксилол, фталаты, хром, никель, кобальт и прочие [10, 12, 14, 28, 48-52]. Установлено, что эмиссия веществ из продукции обусловлена несколькими причинами: выделением непрореагировавших компонентов синтеза (собственно мономеров, реагентов, эмульгаторов, растворителей, катализаторов) и пр., постепенным «старением» полимеров и разрушением ранее сформированных химических связей между частями полимеров; химическим взаимодействием с влагой, кислородом или с иными примесями в окружающей среде и т.п.

К примеру, выделение формальдегида из древесных материалов с полимерным компонентом может быть связано с разложением гемицеллюлозы и отщеплением метоксильных групп некоторых сополимеров, входящих в состав лигнина древесины. Также возможно механическое нарушение структуры материала с рядом химических реакций, Такой реакцией является трансформация полиоксиметилен-гликоля, способного при определенных условиях отщеплять мономерный газообразный формальдегид и т.п. [29].

Полученные в различных странах результаты количественной оценки миграции химических примесей из полимерных и полимерсодержащих материалов свидетельствуют о значительных уровнях эмиссии химических примесей из материала в окружающую среду. Например, по данным Ludewig K., Meyer (2008) [53], Kim S et al. (2006) [54], Järnström H et al. (2007) [55], Kelly T. J. (1999) [56], концентрация формальдегида в воздухе, создаваемая ориентированно-стружечной плитой может достигать уровня $0,113 \text{ мг/м}^3$, с поверхности МДФ, ламината, покрытия пола из поливинилхлорида и краски может составлять – 0,33; 0,03; 9,0, 8,1-9,8 $\text{мкг} \times \text{м}^2/\text{час}$ соответственно. По данным Liu WeiWei et al. (2013) [57] миграция из мебельной продукции формальдегида может составлять до 40% толуола – 20%, ксилола – 19%, бензальдегида – 4%, циклогексанона – 10%, α -пинена – 3%, бензола – 2%, других веществ – 2%, в том числе этилбензола от общего количества мигрирующих веществ.

Близкие данные имеются и в отечественной научной литературе. В работах В. Хабарова (2016) [58], Н.В. Крыловой (2003) [59], Е.М. Разинькова (2013) [60] показано, что миграция формальдегида из фанеры (шпон сосны на основе карбаминформальдегидной и фенолформальдегидной смол) может достигать уровней 0,072-0,4 и 0,084-0,452 мг/м³; из ДСП неламинированной – 0,231-0,435 мг/м³; ДСП ламинированной – 0,019-0,038 мг/м³, ДВП неламинированной – 0,41 мг/м³, ДВП – 0,012-0,013 мг/м³, фанеры – 0,13-0,17 мг/м³.

Результаты лабораторных испытаний, проведенных региональными управлениями Роспотребнадзора и ООО «Лесертика» за последние годы [8], свидетельствуют о выделении из мебельной продукции формальдегида в окружающую среду на уровнях до 0,045 мг/м³ (детали кровати из ДВП мокрого производства) при нормативе 0,01 мг/м³. В.А. Бардонов (2016) [8] приводит данные о сверхнормативной миграции формальдегида из исследованных деталей шкафа из ЛХДФ (0,027 мг/м³), деталей сидения стула из фанеры, покрытой лаком (0,017 мг/м³), деталей шкафов, ящиков из мебельной гарнитуры и т.п. О.Ю. Юдаева (2011) [10] приводит данные о миграции стирола (0,00072-0,0011 мг/м³), толуола – 0,08-0,31 мг/м³, этилбензола – 0,0001-0,00024 мг/м³, аммиака – 0,09-0,0875 мг/м³, фенола – 0,33-0,69 мг/м³ из пластика на основе ПВХ.

Следует отметить, что в литературе отсутствует единое мнение об уровне миграции формальдегида из полимерсодержащих материалов при длительном использовании товаров. Так, к примеру, исследования Разинькова Е.М. (2013) [60] свидетельствуют о том, отвердевшая масса связующего в полимерных плитах, которая имеет немонолитную пористую структуру с большим количеством пустот, при «старении» или механическом изнашивании разрушается и закапсулированный в порах воздух, в том числе содержащий формальдегид, выделяется в окружающую среду.

По данным других исследователей со временем миграция формальдегида из древесных полимерсодержащих плит сокращается [59].

1.2 Химические компоненты, мигрирующие из строительных, отделочных материалов и мебели как факторы опасности для здоровья человека

Степень и направленность влияния веществ, мигрирующих из строительных, отделочных материалов, мебельной продукции в окружающую среду, при ингаляционном действии на человека изучены довольно детально. Так, рядом исследований доказано, что гексаметилендиамин, дибутилфталат, диоктилфталат, диоксид серы, стирол, капролактан, метилметакрилат, спирт метиловый, спирт бутиловый, фенол, хлористый водород, формальдегид, толуол, бутилацетат вызывают раздражение слизистых верхних дыхательных путей и глаз [61-64].

Работами Maroni, M. (1995), dos Santos Franco, A.L. (2009), Wantke F. (1996), Ritchie, I.M. (1987) и пр. показано, что ингаляционное воздействие формальдегида приводит к таким симптомам со стороны органов дыхания как кашель, диспноэ, сенсibilизация, поражение легких [61, 62, 65-75]. Формальдегид способен оказывать влияние на функцию легких, приводящее к уменьшению форсированного выдоха за 1 сек, снижению процента форсированного выдоха [76-80], снижению таких показателей функциональной активности легких как FVC, FEV1, FEV1/FVC, FEF 25–75%, PEF, FIVC, PIF [75, 81, 82], а также возникновению астмы у детского населения, и повышению сенсibilизации к определенным аллергенам [77, 83, 84]. Диоксид серы способен вызывать бронхokonстрикцию, а также развитие нейrogenного воспаления [85]. При увеличении выбросов диоксида серы в атмосферный воздух повышается частота обращаемости за медицинской помощью по поводу респираторных заболеваний [86], бронхиальной астмы [87]. Респираторные симптомы, наблюдаемые при остром воздействии метилметакрилата, включают стеснение в груди, одышку, кашель, снижение пикового экспираторного потока [88]. В исследованиях J. A. Norrin приводится информация о том, что воздействие дибутилфталата приводит к снижению таких показателей легких как FVC, FEV1 и PEF у курильщиков, у здоровых людей отмечено только снижение FVC [89].

В работах Бацуковой Н.Л. и др., Боканевой С.А. (1980), Ракитского В.Н. (2012) и др. установлено аллергизирующее действие химических примесей, мигрирующих в окружающую среду из полимерсодержащих материалов, например, дибутилфталат, диоктилфталат, эпихлорхидрин, гексаметилендиамин при ингаляционном воздействии оказывают слабый сенсibiliзирующий эффект на организм [90-92]. Доказана сенсibiliзация организма человека к формальдегиду [93-95]. Исследованиями М.Н. Garrett (1999) [96], I. Matsunaga (2008) [97], M.J. Mendell (2007) [14], установлена связь между экспозицией формальдегида в помещениях и возникновением атопии у детей и подростков-астматиков 15-17 лет, увеличением случаев атопического дерматита у беременных женщин склонных к аллергии. Sakamoto et al. [82] описал сенсibiliзацию к формальдегиду и образование общего IgE. В исследованиях E.J. Vardana (1991) присутствуют выводы о том, что нет убедительных исследований, которые доказывают развитие IgE-опосредованных симптомов дыхательных путей вторичного вдыхания паров формальдегида [98].

В работах И.И. Балаболкина и соавт. (1991) [99], В.Д. Маршалла (1999 г.) [100] описаны симптомы нарушений со стороны центральной нервной системы, неврастенического синдрома, вегетативных дисфункций, поражений периферической нервной системы – полиневритов, преимущественно верхних конечностей при воздействии толуола. Н.Л. Бацуковой с соавторами [90] приведены данные о возникновении функциональных и органических изменений в центральной и периферической нервной системе при воздействии диоктилфталата, бибутилфталата. Такие симптомы, как головокружение, головная боль, сонливость, затруднение концентрации внимания, утомляемость, расстройства сна и др. отмечаются при ингаляционном воздействии формальдегида [76, 101-104], стирола [105], капролактама [106].

Описаны эффекты при воздействии метилового спирта на организм человека. Вещество относится к сильным нервно-сосудистым ядам, способно проникать в центральную нервную систему, внутреннюю среду глаза, может вызывать дегенерацию ганглиозных клеток [107-108]. Описаны случаи жалоб на головную

боль, повышенную утомляемость, головокружение, раздражительность, импотенцию, нарушение сна, изменение нервной системы по типу астено-вегетативного синдрома при хронической ингаляционной экспозиции работающих винилацетатом [109]. Тoluол также обладает опосредованным метаболическим или прямым цитотоксическим действием на центральную и периферическую нервную систему [18, 110].

Некоторые химические примеси, выделяющиеся из строительных и отделочных материалов, а также мебельной продукции, могут оказывать гематоксическое действие. Так, Tong et. al. (2006) [111] диагностировали снижение гемоглобина, лейкоцитов и тромбоцитов у стажированных работников при ингаляционном воздействии формальдегида. Взвешенная по времени 8-часовая экспозиция формальдегида ($1,6 \text{ мг/м}^3$), приводила к снижению лимфоцитов крови, гранулоцитов, тромбоцитов, эритроцитов, лейкоцитов [112]. И.И. Балаболкиным (1991), З.Т. Астаховой (1995), В.Д. Маршаллом (1999) установлены изменения показателей со стороны периферической крови – снижение количества эритроцитов и лейкоцитов, гемоглобинемия, лимфопения, нейтропения, ретикулоцитоз, реже – моноцито- и тромбоцитопения. [99, 100, 113]. Описано вредное воздействие стирола на систему крови и процессов кроветворения [114]. В результате исследований А.М. Голиченкова (1999) было установлено, что в группах совместного действия фенола, стирола и формальдегида у исследуемых наблюдались достоверные изменения гематологических (гемоглобин, эритроциты, лейкоциты) показателей [115]. Хроническая экспозиция толуолом характеризуется негативными изменениями со стороны периферической крови (снижением количества эритроцитов и лейкоцитов, гемоглобинемией, лимфопенией, нейтропенией, ретикулоцитозом, реже – тромбо- и моноцитопенией) [99, 115].

Исследования иммунной системы, проведенные Е.Н. Громовой (2007) [63] показали, что у лиц, проживающих в условиях комбинированной хронической химической нагрузки фенолом и формальдегидом в сроке более 10 лет, в сопоставлении с группой лиц, проживающих в аналогичных условиях до 10 лет,

отмечается достоверно более низкое содержание Т-лимфоцитов и Т-хелперов и более низкая концентрация сывороточного иммуноглобулина класса А и достоверно более низкая функциональная активностью нейтрофильных фагоцитов. В исследовании Ye et. el. [116] выявлено увеличение В-лимфоцитов, снижение Т-лимфоцитов, Т-хелперов, при этом Т-супрессоры остались неизменными. Установлено влияние стирола на иммунную систему, проявляющуюся угнетением фагоцитарной активности [117]. Результаты исследований *in vitro* показали, что эффекты стирола реализуются посредством измененных форм иммуномодулирующих цитокинов [118]. Описано, что экспозиция толуолом приводит к эндокринным нарушениям с гипофункцией коры надпочечников, гиперфункцией щитовидной железы [119].

Некоторые химические примеси, выделяющиеся из строительных и отделочных материалов, мебельной продукции, могут оказывать действие на сердечно-сосудистую систему. Так, по данным Агароняна и Аматуни (1980) [120] хроническое ингаляционное воздействие на рабочих винилацетата приводит к нарушению ритма в виде синусовой брадикардии или тахикардии. В исследованиях И.М. Трахтенберга и В.А. Тычина (2003) показано, что воздействие гексаметилендиамина приводит к снижению активности тканевого дыхания и одновременному усилению анаэробного гликолиза в миокарде, снижению энергетического потенциала сердечной мышцы, уменьшению уровня АТФ, отношения АТФ/АДФ и энергетического заряда [121]. О.Л. Чумаковой и соавторами (2013) установлена достоверная положительная связь между экспозицией изопропиловым спиртом и диастолическим давлением и отрицательная - с систолическим давлением, частотой сердечных сокращений, что являлось плохим прогностическим признаком для сердечно-сосудистой системы [122]. Описано, что хроническое ингаляционное воздействие фенола на работающих повышает риск развития ишемической болезни сердца [123].

При ингаляционной экспозиции стиролом отмечаются нарушения белковообразовательной, ферментативной, пигментной функции печени, а также

снижение кислотности желудка, воздействие фенола приводит к повышению активности АЛТ, АСТ [114,123].

Имеются публикации о способности веществ, мигрирующих из строительных материалов и мебели, оказывать при ингаляционном воздействии негативное влияние на репродуктивную функцию. Исследования Ху S.Y. (2007) [124] показали развитие нарушений менструальной функции у 70 % работниц фабрики пищевых добавок при вдыхании формальдегида на рабочем месте в концентрациях 0,82-5,96 мг/м³. Гофмеклер, В.А. (1968) приводит данные о влиянии формальдегида в концентрациях 1,0 и 0,012 мг/м³ на эмбриональное развитие плода животных при круглосуточной заправке [125]. Н.П. Соболевой с соавторами (2006) установлена достоверная корреляционная связь патологии беременности с повышенным содержанием ряда примесей во вдыхаемом воздухе [126]. Zhang, Y.-H. и соавторы (2006) установили отрицательную корреляционную связь между содержанием фталатов в крови и подвижностью сперматозоидов [127]. В. Reddy с соавторами (2006) доказали, что высокие концентрации в сыворотке дибутилфталатов приводят к риску развития эндометриоза у женщин [128]. И.Н. Верзилина и соавторы (2007) установили, что территориальная вариабельность частоты гипоспадии на 57,88 % обусловлена влиянием присутствия в атмосфере бутилового и изопропилового спиртов [129].

Имеются данные о том, что некоторые из веществ, используемые при изготовлении строительных и отделочных материалов и мебели, обладают канцерогенными свойствами, мутагенным действием, способностью вызывать тератогенные эффекты. Например, формальдегид – канцерогенен в отношении верхних дыхательных путей [88, 94, 130, 131] – формирует развитие назофарингиального рака [16, 132, 133], рака легких [134], болезни Ходжкина и множественной миеломы, миелолейкоза [12, 61]. Мутагенное действие формальдегида проявляется появлением аберрированных клеток, изменениями показателями гуморального иммунитета, генотоксическим и иммунотоксическим действием [64]. В настоящее время имеются данные, характеризующие генотоксический эффект формальдегида в концентрациях выше

2,4 мг/м³ [135]. Jin, F. с соавторами (1992) установил, что формальдегид способен вызывать ДНК и хромосомные нарушения в клетках периферической крови человека. Показано, что воздействие формальдегида в высоких концентрациях в течение более 10 лет повышает вероятность хромосомных aberrаций, таких как хромосомная фрагментация, децентрализация хромосом у работающих [112]. Negi, M. с соавторами (2006) приводят данные, подтверждающие увеличение хромосомных aberrаций в лимфоцитах периферической крови детей, подвергшихся воздействию формальдегида в школах [136]. В опытах на животных установлено тератогенное действие формальдегида [137]. Винацетат, стирол признаны возможными канцерогенами для человека (группа 2В) [138, 139]. Винацетат ДНК-реактивен и мутагенен [140, 141]. Стирол обладает мутагенным, эмбриотоксическим и канцерогенным эффектом, высокой степенью кумулятивности [142]. Установлено, что эпихлоргидрин обладает мутагенной активностью, оказывает канцерогенный и тератогенный эффекты [91, 143].

Таким образом, химические примеси, используемые для производства строительных и отделочных материалов, мебельной продукции, способны оказывать неблагоприятное воздействие практически на все системы организма. Вместе с тем, интенсивность этого воздействия зависит от вида и состава материалов и мебельной продукции, используемых в помещении, интенсивности и времени экспозиции.

Исследования, проведенные в домах, построенных с использованием большого количества полимерных материалов, свидетельствуют об изменениях в состоянии здоровья проживающих, по сравнению с жильцами обычных домов. Гладковская А.А. в 1968 г. описала, что для строительства и отделки экспериментального 55-квартирного 5-этажного дома были использованы: полиэфирный стеклопластик, древесно-стружечные плиты, смолы, теплозвукоизоляционные ковры, поливинилхлорид, бумажно-слоистый пластик для изготовления навесных панелей, оконных блоков, дверей, внутренних перегородок, мебели, отделки и т.п. [12]. Позднее было установлено, что в течение 3-х лет в воздух помещений из полимерных материалов выделялись

стирол, фенол, эпихлоргидрин и прочие химические вещества, что обусловило жалобы жильцов на резкий специфический запах, раздражение верхних дыхательных путей, головные боли, раздражение слизистых глаз, плохой сон. Сравнение с контрольной группой показателей заболеваемости жильцов дома острым катаром верхних дыхательных путей и гриппом на 2-ом году проживания показало повышенные (в 1,6 раза) уровни заболеваемости жильцов экспериментальных домов данными нозологиями [12].

Эпидемиологические исследования свидетельствуют о наличии у жильцов, экспонированных химическими примесями, источником которых являются строительные, отделочные материалы и мебельная продукция, воспалительных процессов, аллергических реакций, нарушений функций дыхательной системы в форме бронхиальной астмы, обструктивных бронхитов, диагностированных ринитов и прочих респираторных симптомов [14]. Установлено, что повышенное содержание в воздухе помещений формальдегида, летучих органических веществ приводит к увеличению случаев астмы у детского населения [15, 16, 75], увеличение концентрации в воздухе толуола, бензола, дихлорбензола – к росту случаев заболеваний обструктивным бронхитом и экземой [144]. Описано, что процент детей, отнесенных к 3-4 группе здоровья выше среди тех, у кого насыщенность полимерными и полимерсодержащими материалами в жилых помещениях выше. Такие факторы как переезд в новую квартиру, использование лакокрасочной продукции при ремонте жилья, появление новых полимерных материалов в жилых помещениях и др., приводят к возрастанию (в 1,1-1,6 раза) риска возникновения хронических заболеваний у подростков к 17 годам [13].

Имеются данные о взаимосвязи превалентности астмы у населения, проживающего в помещениях с недавно окрашенными поверхностями стен, пола (OR - 1,5; 95% ДИ 1,0-2,4) [145]. Опубликованы данные о возникновении панцитопении, у женщины после 3 месяцев проживания в отремонтированном жилом помещении с концентрацией формальдегида около 0,4 мг/м³ [146]. По результатам ряда исследований у жильцов новых домов или недавно отремонтированных зданий отмечается синдром больных зданий,

характеризующийся жалобами населения по поводу нарушений функций органов дыхания, бессонницей [147].

Следует отметить, что в последнее время в эпидемиологических исследованиях для установления и доказательства вреда здоровью при воздействии вредных факторов все чаще применяются методы идентификации и количественной оценки маркеров экспозиции и маркеров ответа – веществ, которые с высокой степенью надежности могут свидетельствовать о связи воздействующего фактора с ответом организма [148, 149]. К маркерам экспозиции могут относиться и уровни примесей в биологических средах экспонированных лиц, достоверно превышаются таковые у лиц из групп сравнения. По данным О.В. Гилевой с соавторами (2016) [150] идентифицированные в крови и моче бензол, толуол, ксилолы, фенол в определенных концентрациях доказано могут рассматриваться как результат внешнесредовой экспозиции [151].

В работах Т.С. Улановой, Т.Д. Карнажицкой с соавт. (2002), И.В. Май, В.С.Евдошенко (2012) показано, что в определенных концентрациях формальдегид, который не является ксенобиотиком и встречается в организме в естественном состоянии, может также рассматриваться как маркер экспозиции [152,153]. В работах Н.В. Зайцевой (2012), Р.А. Харахориной (2012), К.Г. Горшковой (2014), Liu L (2009) утверждается, что маркером эффекта при воздействии формальдегида является специфический IgE к формальдегиду [154-157].

Поскольку полимерные и полимерсодержащие материалы являются источниками загрязнения химическими примесями воздуха жилых и общественных помещений, в которых люди проводят до 80% (в ряде случаев – до 100%) времени в сутки, необходимостью являются гигиеническая регламентация уровней миграции примесей и оценка рисков для здоровья при использовании строительных, отделочных материалов и мебели. Правовые и методические аспекты нормирования уровней миграции и оценки риска продукции рассмотрены в следующем разделе главы.

1.3 Правовые аспекты обеспечения гигиенической безопасности строительных и отделочных материалов, мебельной продукции в системе технического регулирования

На территории ЕАЭС, включая Российскую Федерацию, управление безопасностью продукции осуществляется через систему технического регулирования и санитарно-эпидемиологического нормирования [158]. Понятие «безопасности продукции» введено статьей 1 «Соглашение о проведении согласованной политики в области технического регулирования, санитарных и фитосанитарных мер»¹, где безопасность определяется как «...отсутствие недопустимого риска, связанного с возможностью причинения вреда и (или) нанесения ущерба». В этой же статье дается определение риска как «...сочетания вероятности причинения вреда и последствий этого вреда для жизни или здоровья человека, имущества, окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений ...» [159]. Таким образом, закрепление «риска» в определении «безопасность продукции» фиксирует необходимость проведения процедуры оценки риска при оценке безопасности продукции, в том числе и изучаемых групп товаров – строительных, отделочных материалов и мебели.

Требования к безопасности мебельной продукции закреплены Техническим регламентом «О безопасности мебельной продукции» (ТР ТС 025/2012) [160]. В отсутствие технического регламента по строительным и отделочным материалам, безопасность их отдельных видов, в том числе полимерсодержащих, регулируется «Едиными санитарно-эпидемиологическими и гигиеническими требованиями к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» (раздел 6. «Показатели безопасности полимерных и полимерсодержащих строительных материалов») [161].

Следует отметить, что в Техническом регламенте ТР ТС 025/2012 [160] понятие безопасности не в полной мере гармонизировано с выше приведенным в «Соглашение о проведении согласованной политики в области технического

¹ Действие документа приостановлено, готовится новая редакция

регулирования, санитарных и фитосанитарных мер» [159]. Химическая безопасность рассматривается как «...состояние изделия мебели, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни и здоровью потребителя из-за превышения уровня концентрации в воздухе помещений вредных химических веществ» (ст. 3). [160]. Из данного определения можно сделать вывод, что соблюдение установленных регламентом стандартов гарантирует отсутствие недопустимого риска для здоровья.

В таблице 1.1 в качестве примера приведены стандарты – допустимые уровни миграции некоторых летучих химических веществ из мебели, установленные техническим регламентом, гигиенические нормативы содержания этих веществ в атмосферном воздухе (ПДК_{с.с.}), референтные концентрации при хроническом ингаляционном воздействии этих веществ (RfC) и критические для каждой примеси органы и системы.

Из приведенных данных видно, что допустимые уровни миграции химических примесей из мебельной продукции, строительных и отделочных материалов определяются установленными предельно допустимыми концентрациями примесей в воздухе [164].

Таблица 1.1 – Допустимые уровни миграции, гигиенические нормативы и параметры для оценки риска некоторых летучих химических веществ, выделяющихся из полимерсодержащих материалов в воздух помещений

Наименование летучих химических веществ	Допустимый уровень миграции веществ, мг/м ³	ПДК _{с.с.}	RfC, мг/м ³ при хроническом воздействии	Критические органы и системы, поражаемые при хроническом ингаляционном воздействии
Аммиак	0,04	0,04	0,1	Органы дыхания
Акрилонитрил	0,03	0,03	0,002	Органы дыхания, новообразования, репродуктивная система
Бутилацетат	0,1	0,1*	0,7	Органы дыхания, раздражающее действие

Продолжение таблицы 1.1

Наименование летучих химических веществ	Допустимый уровень миграции веществ, мг/м ³	ПДК _{сс}	RfC, мг/м ³ при хроническом воздействии	Критические органы и системы, поражаемые при хроническом ингаляционном воздействии
Винилацетат	0,15	0,15*	0,2	Органы дыхания, почки, изменения динамики массы тела
Водород цианистый	0,01	0,01	0,003	Сердечно-сосудистая система, центральная нервная система, щитовидная железа
Дибутилфталат	0,1	0,1**	0,05	Нейроэндокринная система влияние на процессы развития организма, репродуктивная функция
Формальдегид	0,01	0,01	0,003	Органы дыхания, иммунная система (сенсбилизация)
Фенол	0,003	0,006	0,006	Сердечно-сосудистая система, почки, центральная нервная система, печень, органы дыхания
Диоксид серы	0,05		0,05	Органы дыхания, смертность
Ксилол	0,1	0,2	0,1	Центральная нервная система, органы дыхания, почки, печень
Метилметакрилат	0,01	0,01	0,7	Органы дыхания, центральная нервная система
Стирол	0,002	0,002	1,0	Центральная нервная система, системные эффекты, нейроэндокринная система
Спирт метиловый	0,5	0,5	4,0	Развитие
Спирт изопропиловый	0,2	0,6*	7,0	Печень, почки, влияние на процессы развития организма
Толуол	0,3	0,6*	0,4	Центральная нервная система, органы дыхания, процессы развития организма
Хлористый водород	0,1	0,1	0,02	Органы дыхания
Этиленгликоль	0,3	1,0**	0,4	Органы дыхания, почки, влияние на процессы развития организма
Эпихлоргидрин	0,04	0,004	0,001	Органы дыхания, зрения

* - для вещества установлена только ПДК_{м.р.}

**- для вещества установлен ОБУВ

Вместе с тем, практически все ПДК на приведенные химические примеси обоснованы по стандартным отечественным методикам, которые разработаны более 20-30 лет назад и не включают в себя этап оценки риска [162, 164-166]. Как следствие, с одной стороны, ПДК могут быть по критериям риска для здоровья избыточно жесткими (к примеру, референтный уровень для аммиака по критериям риска формирования нарушений функций органов дыхания при хроническом воздействии составляет $0,1 \text{ мг/м}^3$, что почти в два раза выше референтного уровня для этой примеси), с другой стороны, не обеспечивать недопустимого риска (референтная концентрация для акрилонитрила имеет в 15 раз более жесткий предел, чем ПДК и, соответственно, допустимый регламентом уровень миграции) [167].

Критерии безопасности отдельных химических примесей постоянно обновляются с учетом новых научных данных. При этом, несомненно, учитывается и реальная экономико-политическая ситуация, поскольку достижение определенных уровней безопасности влечет за собой затраты на мероприятия по их достижению. Как следствие, критерии могут существенно различаться в разных государствах. К примеру, ПДК содержания формальдегида в воздухе в разных странах различаются между собой почти на два порядка (Таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Допустимые уровни содержания формальдегида в воздухе помещений разных стран

Страна, регион и/или орган, установивший норматив	Показатель	Значение в мг/м^3	Ссылка
ВОЗ	30-минутное воздействие	0,1	[33]
США, штат Массачусетс	24-часовое воздействие	0,0003	[160]
	Годовое воздействие	0,00008	
Канада	Хроническое воздействие	0,08	[161]
Китай	Средняя концентрация в час	0,12	[162]
Российская Федерация	30-минутное воздействие	0,05	[163]
	Хроническое воздействие	0,01	

Гармонизация нормативов достигается через сближение подходов к их разработке, в том числе переходом на риск-обоснованные нормативы [172], который постепенно осуществляется в стране [173, 174] и требует самого скорого нормативного закрепления [175-179].

Нельзя не отметить, что п.3. ст. 5 ТР ТС 025/2012 гласит: *«Химическая и санитарно-гигиеническая безопасность мебельной продукции должна обеспечиваться...с учетом совместного действия всех выделяющихся веществ....При выделении из мебели нескольких вредных химических веществ, обладающих суммацией действия, сумма отношений концентрации к их предельно допустимой концентрации не должна превышать единицу»*. Однако, приведенный в действующем нормативном документе – ГН 2.1.6.1338-03 [163]– перечень групп суммации ограничен. Применение данного документа позволяет учесть только эффект суммации от одновременного действия аммиака и формальдегида (группа 6005). Вместе с тем оценка риска здоровью потребителей по классической схеме, представленной в отечественных и международных документах [167, 180, 182], требует учета воздействия всех примесей, которые имеют однонаправленное действие на критические органы и системы. Соответственно, если товар является источником выделения одновременно акрилонитрила, формальдегида и толуола (поражаемая система – органы дыхания), то риск будет оцениваться по сумме воздействий этих трех примесей и т.п., что не предусмотрено ТР ТС 025/2012.

Следует отметить, что переход России на новую парадигму гигиенического нормирования для задач технического регулирования позволит гармонизировать подходы к оценке безопасности продукции с международными, в том числе включить в Технические регламенты положение, которое закреплено Директивой Евросоюза 2001/95/ЕС «Об общей безопасности продукции» (Ст. R33, п. 1) [183]. Положение допускает, что соответствие продукции критериям, гарантирующим общую безопасность, не ограничивает возможность применения мер по изъятию и отзыву и ограничению выпуска ее на рынок, если продукция оказывается опасной. Таким образом, предполагается существование такой ситуации, когда

использование продукции в реальных условиях может представлять угрозу для здоровья потребителя, несмотря на соответствие продукции всем требованиям и стандартам безопасности.

Определение понятия безопасности продукции как отсутствия недопустимого риска актуализирует развитие методологии и практики оценки и управления риском [184-186]. Разработка унифицированной методики оценки риска непищевой продукции становится крайне актуальной задачей технического регулирования, что было подчеркнуто на пятой сессии межправительственного форума по химической безопасности (Будапешт, Венгрия, 2006) [187, 188].

Важным этапом такой оценки является установление зависимости «доза-эффект» или выбор оптимальной из уже доказанных. На современном этапе используются модели двух групп: детерминированные и вероятностные [189]. Преобладание первых подходов определяется тем, что распространенными инструментами управления рисками для здоровья населения являются установленные нормативы, которые носят детерминированный характер. Однако, в настоящее время в научном сообществе ведется дискуссия о том, должны ли детерминированные модели применяться при оценке риска [190].

Наиболее распространенными функциями распределения, используемыми для аппроксимации данных «доза – ответ», являются модели, графики которых имеют сигмоидальный вид (Hartung R., 1987) [191, 192]. При оценке микробиологического риска часто используется двухпараметрическая функция распределения бета-Пуассон [193, 194] в моделях с пороговым уровнем дозы [195]. В целом для анализа биологических данных отдается предпочтение функции лог-логистического распределения [196]. Наиболее распространена модель с распределением Вейбулл-гамма [197]. В ряде случаев при оценке риска используется метод построения моделей «экспозиция – ответ», основанный на пробит-анализе, который позволяет оценить вероятность того, что анализируемая переменная примет значение 1 при заданных значениях факторов. В качестве примера применения данного метода можно привести нормативно-методический

документ, принятый в Республике Беларусь «Оценка риска здоровью населения от воздействия шума...» [198].

В последнее время активное изучение механизмов накопления повреждений в организме привело к формированию новых подходов, которые могут быть использованы при решении задач оценки риска здоровью. Немецким ученым А. Вейсманом в 1891 г. была предложена теория, которая объясняла инволюцию функций как запрограммированный процесс [199]. В 1952 г. П. Медавар разработал гипотезу накопления мутаций, рассматривая нарушение функций как процесс накопления с течением времени повреждений, с которыми организм старается бороться [200]. В развитие данных гипотез российскими исследователями предложены теоретические и методические подходы к анализу эволюции риска (Зайцева Н.В., Трусев П.В., Кирьянова Д.А., и др. 2011-2014). Подходы учитывают воздействие разнородных факторов на вероятность возникновения нарушений здоровья различной тяжести на фоне естественного старения организма. Модель накопления нарушений функций органов и систем организма строится как эволюционная детерминированная прогностическая математическая модель, в которой заложены возможности учета основных процессов, протекающих в организме. Новые подходы полностью соответствуют общим принципам оценки безопасности продукции и уже использовались для решения ряда практических задач [2, 201, 202].

В целом критический обзор правовой, научной и научно-технической литературы показал:

– на современном этапе развития народного хозяйства полимерные и полимерсодержащие материалы широко используются в строительной и мебельной отрасли, что определяется способностью синтетических компонентов существенно улучшать свойства природных материалов при одновременном снижении стоимости конечного продукта (товара);

– полимерные и полимерсодержащие материалы могут являться источником загрязнения воздуха помещений химическими примесями, многие из которых

представляют опасность для здоровья человека, что доказано в экспериментах на лабораторных животных и в эпидемиологических исследованиях;

– законодательно закреплено, что безопасность продукции на территории Российской Федерации рассматривается как отсутствие недопустимого риска; понятие риска определено как сочетание вероятности причинения вреда и последствий этого вреда для жизни или здоровья человека;

– отечественными исследователями предложены методические подходы к оценке эволюции риска для здоровья при воздействии разнородных факторов среды обитания, которые могут быть применены и к оценке риска непищевой продукции.

Вместе с тем в научной и доступной технической литературе:

– недостаточно информации о реальных уровнях миграции химических примесей из разных строительных и отделочных материалов, мебели, обращаемых на потребительском рынке Российской Федерации;

– отсутствуют данные о фактических рисках здоровью населения при использовании полимерсодержащих строительных и отделочных материалов по отдельности и в совокупности в строительстве или быту;

– не найдено математических моделей или иных данных, описывающих динамику изменения рисков при применении совокупности полимерсодержащих материалов длительного пользования;

– недостаточно данных о реальной «насыщенности» помещений мебельной продукцией, в основном исследования в этой области освещают «насыщенность» классов школ и жилых помещений мебелью;

– практически отсутствуют исследования, посвященные оценке и реализации рисков у населения, проживающего в быстровозводимых сборно-каркасных домах, построенных с использованием большого количества полимерных и полимерсодержащих материалов.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ, МЕТОДЫ И ОБЪЕМ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для достижения поставленной в работе цели была использована совокупность санитарно-гигиенических, эпидемиологических, социологических, клинико-функциональных, лабораторных и математических методов исследований.

В основу научной работы положены материалы исследований, выполненных в период 2011-2015 гг.

Объектом исследования являлись: строительные и отделочные материалы 30 групп по ТН ВЭД (коды и расшифровка продукции групп по ТН ВЭД приведена в приложении 1), обращаемые на потребительском рынке Российской Федерации; материалы, использованные при сборке быстровозводимых каркасных домов по технологии сэндвич-панелей на территории микрорайона г. Березники Пермского края, мебель в детских образовательных дошкольных и школьных учреждениях ряда административных территорий Пермского края, качество воздуха жилых помещений, игровых спален и учебных помещений детских образовательных учреждений; состояние здоровья взрослых и детей, экспонированных веществами, мигрирующими из строительных материалов, отделочных материалов и мебели.

Предметом исследования явились – закономерности формирования качества среды обитания и рисков для здоровья у потребителей полимерсодержащей строительной продукции и мебели, а также особенности реализации этих рисков у лиц, длительно проживающих под воздействием вредных химических факторов продукции.

Количественная характеристика объектов, материалов, методов и объемов исследования представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Направления, материалы и методы исследований

Объекты	Методы анализа	Объем исследований
1. Строительные, отделочные материалы, кодов ТН ВЭД (3214, 3918; 4410-4412; 3919, 3920, 3922, 3925 и пр.), мебель	Экспертный анализ результатов лабораторных, в том числе камерных исследований, проведенных в ходе внеплановых проверок Роспотребнадзора Анализ статистической формы Роспотребнадзора «Сведения о результатах осуществления федерального государственного надзора территориальными органами Роспотребнадзора» №1 за 2011-2015гг. Кластерный анализ	3837 образцов продукция из 30 кодов ТН ВЭД 16 показателей 1300 единиц информации
2. Строительные и отделочные материалы, сборно-каркасных домов	Анализ технической документации на строительство, паспортов на продукцию. Анализ протоколов лабораторных испытаний по миграции 8 примесей в климатической камере, методами газовой и высокоэффективной жидкостной хроматографии Расчетное моделирование загрязнения воздуха помещений в условиях применения совокупности материалов. Оценка риска продукции	36 томов технической документации; 71 образец 16 видов строительных и отделочных материалов, Всего более 350 измерений. Более 150 коэффициентов опасности, более 50 индексов опасности, 16 значений показателей индивидуального канцерогенного риска Моделирование загрязнения воздуха – 52 единицы информации
3. Воздух жилых помещений введенных в эксплуатацию и планируемых к вводу сборно-каркасных домов атмосферный воздух территорий размещения исследуемых объектов	Высокоэффективная жидкостная и газовая хроматография. Оценка риска. Математическое моделирование	5 примесей 211 помещений 4-ех типов сборно-каркасных домов. Более 850 проб воздуха. 6 сценариев прогнозируемого дополнительного риска здоровью Более 1000 коэффициентов опасности; более 100 показателей индивидуального канцерогенного и неканцерогенного риска.

Продолжение таблицы 2.1

Объекты	Методы анализа	Объем исследований
4. Воздух жилых помещений ДОУ, школ, атмосферный воздух территорий размещения исследуемых объектов	Высокоэффективная жидкостная и газовая хроматография. Оценка риска. Математическое моделирование	19 ДОУ: 56 игровых помещений, 26 помещений (спален), 2 школы, 6 учебных классов) Более 2000 проб воздуха. Более 150 коэффициентов опасности. Более 160 индексов опасности, Более 100 показателей индивидуального канцерогенного риска
5. Мебель и помещения дошкольных учреждений, школ в части в части размеров мебели и помещений,	Прямые измерения площадей поверхностей мебели. Анализ технической документации на мебель и помещения. Расчет насыщенности помещений ДОУ мебельной продукцией. Построение зависимости «насыщенность помещений мебелью – концентрация в воздухе»	Измерены площади более 100 предметов мебели. Получены размеры 53 помещений, в т.ч. 39 игровых и 14 спален, 5 классов школ. 3 модели зависимости
6. Режим дня дошкольных учреждений и школ	Расчет времени пребывания детей в помещениях образовательных учреждений и на открытом воздухе.	62 единицы информации
7. Взрослое и детское население, проживающее в сборно-каркасных и кирпичных домах	Анализ статистических данных ПФМОС (2008-2011 г.г.). Сравнительный анализ результатов углубленной оценки состояния здоровья населения, в т.ч. интегральных гематологических параметров: общего анализа крови, биохимических, иммунологических, иммуноферментных показателей. Химико-аналитическое исследование содержания формальдегида в крови	Население, постоянно проживающего в сборно-каркасных домах – 93 человека, населения, проживающее в жилых помещениях кирпичных зданий – 79 человек. Проанализировано более 10 200 единиц информации, характеризующей состояние здоровье населения.
8. Детское население, постоянно посещающее дошкольные учреждения	Сравнительный анализ результатов углубленной оценки состояния здоровья детей ДОУ. Анализ гематологических, биохимических, иммуноферментных, иммунологических показателей, химико-аналитические исследование содержания формальдегида, бензола, стирола, этилбензола, фенола в биосредах	49 детей группы наблюдения, 41 ребенок группы сравнения, Всего проанализировано более 5000 единиц информации, характеризующей состояние здоровья детей.

Характеристики групп наблюдения и сравнения приведены в таблицах 2.2, 2.3.

Таблица 2.2 – Поло-возрастной состав населения, проживающего в сборно-каркасных домах и населения групп сравнения

Категория	Группа	Всего	Возраст, лет	Мужчины, %	Женщины, %
детское население	группа наблюдения	24	7,7±1,1	45,8	54,2
	группа сравнения	46	6,6±0,8	47,8	52,2
взрослое население до 45 лет	группа наблюдения	36	30,7±2,8	41,7	58,3
	группа сравнения	33	28,6±3,8	15,1	84,9
взрослое население свыше 45 лет	группа наблюдения	33	61,0±4,4	78,8	21,2
	группа сравнения	В качестве сравнения были выбраны параметры физиологической нормы клинико-лабораторных показателей			

Таблица 2.3 – Поло-возрастной состав детей групп наблюдения и сравнения, посещающих дошкольные учреждения

Возраст (лет)	Группа наблюдения			Группа сравнения		
	Всего, (абс.)	Гендерный состав группы		Всего, (абс.)	Гендерный состав группы	
		Девочки, %	Мальчики, %		Девочки, %	Мальчики, %
5-6	32	37,5	62,5	19	42,11	57,89
7	16	62,5	37,5	22	31,82	68,18
Всего:	49	44,9	53,1	41	36,59	63,41

Методы исследований:

Экспертный анализ результатов инструментальных исследований фактической миграции химических примесей из строительных, отделочных материалов проведен по данным внеплановых проверок Роспотребнадзора на соответствие продукции «Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)». Анализ включал оценку частот нарушений по отдельным видам продукции в разрезе отдельных показателей, анализ кратности нарушений, выделение продукции «групп риска», определение основных факторов химической опасности. Кластеризация строительных и

отделочных материалов по видам химической опасности выполнена методом К-средних.

Оценка миграции в воздух химических примесей из строительных и отделочных материалов (далее материалов) сборно-каркасных домов проведена в ходе лабораторных испытаний материалов в климатической камере на базе ИЛЦ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае». Исследования выполнены в соответствии МУ 2.1.2.1829-04 «Санитарно-гигиеническая оценка полимерных и полимерсодержащих строительных материалов и конструкций, предназначенных для применения в строительстве жилых и общественных зданий». Материалы были отобраны непосредственно из сборно-каркасных домов разных серий. Для проведения камерных исследований рассчитан показатель реальной насыщенности усредненных помещений каждой серии сборно-каркасных домов исследуемыми материалами, что позволяло в соответствии с положениями п.4.1 МУ 2.1.2.1829-04 создать воздушную среду в камере с качественными и количественными характеристиками химического загрязнения, характерными для соответствующих реальных условий эксплуатации. Исследования проводили при нормальной (20°C) и повышенной (40°C) температурах, моделируя как стандартные, так и наиболее неблагоприятные условия миграции. Воздух климатических камер исследовали на содержание формальдегида, фенола, стирола, ксилола, этилбензола, дибутилфталата, диоктилфталата, аммиака, метанола, акрилонитрила, дифосфора пентоксида, диоксида серы в соответствии с утвержденными методикам: РД 52.04.186-89, МУК 4.1.598-96, МР 01.022-07, МУК 4.1.1478-03, МУК 4.1.1045-01, Приложение 2 к списку ПДК № 3086-84.

Оценку качества атмосферного воздуха помещений 4-х серий сборно-каркасных домов осуществляли по результатам натурных исследований, выполненных аккредитованными лабораториями ИЛЦ Северного филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае» и ИЛЦ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае», ИЛЦ ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения (2011-

2012 г.). Применяли метод активного пробоотбора в соответствии с РД 52.04.186-89, ГОСТ Р ИСО 16000-1-2007 «Воздух замкнутых помещений. Отбор проб. Общие положения». Среднесуточные концентрации веществ определяли как среднее арифметическое из 4-ех разовых концентраций, отобранных в течение суток.

Результаты камерных исследований использовали для моделирования загрязнения воздуха жилых помещений сборно-каркасных домов в условиях их совокупного использования и оценки вклада каждого материала в загрязнение воздуха. Для каждой из 4-х серий сборно-каркасных домов был сформирован формуляр, содержащий характеристику материалов, используемых для строительства и отделки наружных стен, внутренних стен, пола, потолка для усредненных помещений (площадь пола – 15,59 м², площадь потолка – 15,59 м², высота стен – 2,4 м, общая площадь поверхностей (с учетом оконных и дверных проемов) – 65,92 м², общий объем помещения – 35,02 м³). Во избежание недооценки риска для здоровья рассматривали материалы, которые характеризуются наибольшей степенью миграции химических примесей в воздух. Так как насыщенность материалов при камерных исследованиях соответствовала реальной насыщенности помещений сборно-каркасных домов, моделирование загрязнения воздуха в условиях совокупного использования материалов заключалось в расчете суммарной концентрации веществ от всей совокупности строительных и отделочных материалов, используемых в данном помещении по формуле (2.1):

$$C_m = C_1 + C_2 + C_n , \quad (2.1)$$

где C_m – расчетная суммарная концентрация вещества в воздухе исследуемого помещения, создаваемая совокупностью строительных и отделочных материалов, мг/м³;

C_n – концентрация вещества в климатической камере, создаваемая n -образцом (строительным или отделочным материалом), полученным из исследуемого помещения, мг/м³.

Вклад отдельных материалов в загрязнение воздуха помещений оценен как процент от суммарной концентрации веществ, создаваемой совокупностью строительных и отделочных материалов.

Для оценки риска здоровью населения применены методы, закрепленные Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду». Рассматривали наихудший сценарий длительной экспозиции, при котором лица пребывают внутри помещений более 80% времени (20 часов, 350 дней в году), и стандартный сценарий (нахождение внутри помещений в течение суток – 16 часов, вне помещений – 8 часов).

Для оценки неканцерогенного риска рассчитывали показатели коэффициентов опасности (HQ), и индексов опасности (HI). Приемлемым уровнем считали значение HQ и HI равное или меньшее 1,0. Для характеристики канцерогенного риска рассчитывали собственно показатели риска. Риск характеризовали в соответствии с разделом 7.6 «Руководства по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» Р 2.1.10.1920-04.

Оценка риска здоровью населения, проживающего в сборно-каркасных домах, проведена в соответствии с Р 2.1.10.1920-04. Для расчета канцерогенного риска при наихудшем сценарии экспозиции рассматривали величину 95%-ого персентиля среднесуточных величин каждой серии домов, для стандартного сценария экспозиции – средние из среднесуточных величин каждой серии домов.

Инструментальные исследования качества воздуха дошкольных учреждений и школ на содержание формальдегида, фенола, стирола, этилбензола, бензола осуществляли на базе ИЛЦ ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» при личном участии автора диссертационной работы. Отбор проб воздуха игровых помещений и спален, а также атмосферного воздуха территорий дошкольных учреждений на содержание формальдегида, фенола, стирола, этилбензола и бензола проведен в соответствии с ГОСТ 17.2.3.01-86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества

воздуха населенных пунктов». Отбор проб воздуха помещений проведен в соответствии с ГОСТ Р ИСО 16000-1-2007 «Воздух замкнутых помещений. Часть 1. Отбор проб. Общие положения» методом активного пробоотбора. Исследования проводили в период 2014-2015 гг. по 2 раза в год в каждом учреждении – в холодные период года (отапливаемый период, сентябрь-апрель) и период теплый период (без отопления, май-август). В каждом дошкольном учреждении отбор проб воздуха проведен в 3-ех групповых помещениях. В каждом помещении отбирали разовую пробу (30 минут), 3 раза в день - утром (7⁰⁰ час), днем (13⁰⁰ час) и вечером (17⁰⁰ час), параллельно отбирали пробы атмосферного воздуха на территории расположения учреждения (1 точка отбора). Усредненную за время нахождения детей в ДОУ концентрацию рассчитывали как среднее арифметическое значений разовых концентраций, отобранных в течение одних суток. В помещениях спален отбор проб проводили 1 раз в сутки (30-минутная проба). Определение в пробах воздуха исследуемых химических примесей проводили по общеутверждённым методикам – МУК 4.1.1045-01, МУК 4.1.662-97, РД 52.04.186-89 п. 5.3.5.1, РД 52.04.186-89 п. 5.3.3.5.

Оценку качества воздуха помещений школ и лицей проводили аналогичными методами. Замеры проводили перед приходом детей в учреждение, во время «большой перемены», после уроков 2-ой смены. Параллельно отбирали пробы атмосферного воздуха.

Исследование «насыщенности» помещений ДОУ и школ мебелью выполнено методом прямого измерения суммарной площади мебельной продукции и соотношения полученной величины к объему помещений в соответствии с МУ 2.1.2.1829-04 от 06.01.2004 «Санитарно-гигиеническая оценка полимерных и полимерсодержащих строительных материалов и конструкций, предназначенных для применения в строительстве жилых, общественных и промышленных зданий». Параметры объема помещений взяты из документации на здания дошкольных учреждений, школ. Зависимость содержания химических веществ в воздухе помещений от насыщенности помещений мебелью устанавливали с

помощью линейного регрессионного анализа, достоверность модели оценивали с помощью критерия Стьюдента. Достоверной считали зависимость при $p < 0,05$.

Оценку риска здоровья детей, посещающих дошкольные учреждения проводили в соответствии с Руководством Р 2.1.10.1920-04. При моделировании сценария экспозиции учитывали нахождение ребёнка в течение дня в разных воздушных средах: помещениях дошкольных учреждений, атмосферном воздухе, воздухе жилых помещений с использованием результатов анализа режима дня. Расчет воздействующей концентрации был проведён в соответствии с п. 6.4.4.27. Р 2.1.10.1920-04. по формуле (2.2):

$$U_k^t = \sum_{j=1} P_{jk} V_{tjk}, \quad (2.2)$$

где U_k^t – интегрированная экспозиция человека k в результате воздействия конкретного загрязнителя в течение времени t (например, одного дня), при пребывании данного лица во всех микросредах j ;

j – общее число воздушных микросред, в которых находился человек в течение времени t ;

P_{jk} – средняя концентрация, под воздействием которой находился человек k в течение временного интервала t в условиях микросреды j ;

V_t – время, проведенное человеком в микросреде j .

Для оценки неканцерогенного и канцерогенного риска использованы величины усреднённых за период отбора концентраций химических примесей в воздухе помещений общеобразовательных учреждений и атмосферном воздухе территорий расположения учреждений, литературных данных о содержании исследуемых примесей в воздухе жилых помещений [203].

Углубленная оценка состояния здоровья групп наблюдения и сравнения проведена специалистами мобильного консультационно-диагностического подразделения поликлиники на базе ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» г. Перми по традиционным методикам с соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинской Декларации (1975 г с доп. 1983 г) и Национальным стандартом РФ ГОСТ-Р 52379-

2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP). От каждого обследованного или его представителя получено информированное согласие на проведение обследования.

Углубленным обследованием охвачено 93 человека, проживающих в сборно-каркасных домах, в условиях повышенной ингаляционной экспозиции формальдегида (группа наблюдения). В качестве группы сравнения выбрано население, проживающее в домах из кирпича, в условиях низкого загрязнения среды обитания (группа сравнения). Для сравнительной оценки состояния здоровья детей и взрослых до 45 лет группы наблюдения были использованы соответствующие результаты оценки состояния здоровья лиц из группы сравнения. Для оценки состояния здоровья населения группы наблюдения старше 45 лет были использованы показатели физиологической нормы.

Углубленным обследованием охвачено также 49 детей, посещающих ДОУ с повышенной насыщенностью полимерсодержащей мебелью (среднее значение $0,89 \pm 0,17 \text{ м}^2/\text{м}^3$) – группа наблюдения и 41 ребенок, посещающий ДОУ с низкой насыщенностью мебелью ($0,56 \pm 0,08 \text{ м}^2/\text{м}^3$) – группа сравнения.

Программа углубленного обследования соматического статуса с учетом критических органов и систем, характерных для хронического ингаляционного воздействия химических веществ мигрирующих из строительных и отделочных материалов, мебели включала: углубленный клинический осмотр населения группы сравнения и наблюдения педиатром, терапевтом, невропатологом, аллергологом-иммунологом, окулистом.

Функциональные методы исследования включали проведения спирографии, риноманометрии (население сборно–каркасных домов).

Объем исследований включал показатели, выполненные унифицированными биохимическими, гематологическими, и иммуноферментными методами, позволяющими оценить состояние и функции органов и систем, в том числе оценку наличия воспалительных процессов в организме (содержание нейтрофильной фракции лейкоцитов), оценку неспецифической резистентности организма (содержание моноцитов, лимфоцитов

в крови), оценку неспецифической сенсибилизации организма (содержание эозинофильно-лимфоцитарного индекса, относительного и абсолютного числа эозинофилов), показателей гиперчувствительности (Ig E общего, содержание IgE специфического к формальдегиду), идентификацию медиаторов межклеточной иммунной регуляции – маркеров цитокинового профиля (интерлейкинов 4,6,10) в спонтанном и индуцированном формальдегидом, показателей иммунорегуляции: определение сывороточных иммуноглобулинов А, М, G, показателей CD16+56+-лимфоциты, CD19+-лимфоциты, CD3+-лимфоциты, CD3+CD25+-лимфоциты, CD3+CD25+-лимфоциты, CD3+CD4+-лимфоциты, CD3+CD8+-лимфоциты, CD3+CD95+-лимфоциты.

Химический анализ формальдегида, бензола, этилбензола, фенола в образцах биосред проводили в соответствии с утверждёнными методиками МУК 4.1.769-99, МУК 4.1.770-99, МУК 4.1.764-99, МУК 4.1.768-99.

Все лабораторные исследования были выполнены аккредитованными и сертифицированными лабораториями ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» на стандартном поверенном оборудовании.

Ретроспективный эпидемиологический анализ заболеваемости жителей сборно-каркасных домов проведен по данным обращаемости за медицинской помощью по данным ФОМС за 2008 – 2011 гг. Анализ заболеваемости по обращаемости населения выполнен для группы наблюдения за год до заселения в первый и 2 последующих года проживания после заселения.

Статистическая обработка данных была проведена с использованием программы (Statistica 6.0). Проверка нормальности распределения данных была проведена с помощью Критерия Шапиро-Уилка. Для оценки достоверности полученных результатов использовали критерии Фишера и Стьюдента. Различия полученных результатов считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Для установления факта повышения риска возникновения заболеваний у лиц групп наблюдения относительно групп сравнения выполняли расчет показателя относительного риска и его доверительных интервалов. Значимость

различий оценивали с помощью критерия χ^2 Пирсона либо с использованием точного критерия Фишера. Значимым считали уровень $p < 0,05$ [204].

Построение математических, в том числе эволюционных, моделей зависимостей в системе «экспозиция-ответ» было проведено с привлечением специалистов отдела математического моделирования систем и процессов ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». Построение парных моделей «экспозиция-ответ» осуществлялось в соответствии с приложением А МР 2.10.00062-12 «Количественная оценка неканцерогенного риска при воздействии химических веществ на основе построения эволюционных моделей». Моделирование выполняли по следующему алгоритму:

- каждому значению концентрации формальдегида (экспозиции) в месте проживания присваивали соответствующее значение ответа (заболевания) у лиц, проживающих при данной экспозиции;
- проводили расчет вероятности отклонения ответа организма от нормы для каждого значения экспозиции (норма – нет заболевания; не норма – есть заболевание) с использованием технологии «скользящего окна». Для этого каждому значению экспозиции (x_i) ставилась в соответствие оценка вероятности отклонения ответа со стороны здоровья от нормы (p_i), вычисленная для диапазона «скользящего окна» – $(x_i) - \delta < x \leq (x_i) + \delta$, где δ – ширина «скользящего окна», определяется из соотношения по формуле (2.3):

$$2\delta = 10 \times \frac{x_{max} - x_{min}}{N}, \quad (2.3)$$

где N – общее число исследований для всей совокупности.

- оценку вероятности отклонения ответа от нормы проводили по классической формуле вероятности (2.4):

$$p_i = \frac{m_i}{n_i}, \quad (2.4)$$

где m_i – число исследований, отклоняющихся от нормы для диапазона $(x_i) - \delta < x \leq (x_i) + \delta$;

n_i – общее число исследований для диапазона $(x_i) - \delta < x \leq (x_i) + \delta$.

- оценивали параметры математической модели, отражающей зависимость вероятности отклонения ответа от нормы от уровня экспозиции формальдегидом методом построения логистической регрессионной модели по формуле (2.5):

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(b_0 + b_1 * x)}}, \quad (2.5)$$

где p – вероятность отклонения ответа от нормы;

b_0, b_1 – параметры математической модели;

x – значение экспозиции.

Параметры b_0, b_1 определяли методом наименьших квадратов с применением программы анализа данных Statistica.

В соответствии с МР 2.10.00062-12 проводили расчет прироста риска нарушений систем организма, обусловленного действием химического веществ, за определённый период. Прирост риска (ΔR) рассчитывали по следующей формуле (2.6):

$$\Delta R = g * \langle p(x) - p(x_0) \rangle, \quad (2.6)$$

где ΔR – прирост риска заболеваний, обусловленный воздействием вещества (за год);

g – коэффициент, характеризующий тяжесть нарушений функций организма;

x_0 – реперный уровень для воздействующей экспозиции;

$\langle \rangle$ – скобки Келли, принимающие значение $\langle x \rangle = 0$ при $x < 0$, $\langle x \rangle = x$ при $x \geq 0$.

Для расчета прироста риска (ΔR) определяли реперный уровень для воздействующих концентраций формальдегида (x_0) по отношению к ответу со стороны организма (заболеваемости) через построение регрессионных моделей, отражающих влияние уровня экспозиции на показатель «отношение шансов» (OR). Условие $OR \geq 1$ принимали как критерий наличия связи.

Установление реперного уровня x_0 осуществляли по алгоритму:

- для каждого наблюдения проводили расчет показателя отношения шансов условным делением выборки на 2 части: ниже и выше текущего уровня воздействующей концентрации формальдегида ($[x_{min}, x_i]$ и $[x_i, x_{max}]$) соответственно, где x_i – текущий уровень экспозиции;
- для интервалов ($[x_{min}, x_i]$ и $[x_i, x_{max}]$) рассчитывали вероятность отклонения ответа (заболеваемости) от нормы p_i^- и p_i^+ , как отношение числа наблюдений, отличающихся от нормы, к общему числу наблюдений. Отношение шансов для каждого наблюдения определяли по формуле (2.7):

$$OR_i = \frac{p_i^+}{1 - p_i^+} / \frac{p_i^-}{1 - p_i^-}, \quad (2.7)$$

где i – индекс, отражающий номер наблюдения.

- оценку параметров зависимости изменения показателя отношения шансов, характеризующего связь концентрации химических веществ в воздухе помещений с показателями ответных реакций у населения проводили методом построения регрессионной модели в виде экспоненциальной функции, описанной по формуле (2.8):

$$OR = e^{a_0 - a_1 x}, \quad (2.8)$$

где OR – показатель отношения шансов; x – концентрация вещества в воздухе помещений сборно-каркасных домов, мг/м³;

a_0, a_1 – параметры модели, определяемые методом регрессионного анализа.

Для построения модели использовали данные о концентрации формальдегида в воздухе помещений и соответствующие значения показателя отношения шансов по каждому наблюдению. Для проверки адекватности модели применяли дисперсионный анализ с использованием критерия Фишера и коэффициента детерминации (R^2). Различия считали статистически значимыми при $p \leq 0,05$.

Установление реперного (недействующего) уровня содержания формальдегида в воздухе помещений (x_0) для каждого ответа со стороны здоровья проводили, исходя из условия $OR=1$ (признак наличия связи «концентрация

формальдегида в воздухе помещений – ответ со стороны здоровья»), по формуле (2.9):

$$x_0 = \frac{a_0}{a_1}, \quad (2.9)$$

где (x_0) – реперный (недействующий) уровень содержания формальдегида в воздухе помещений
 a_0, a_1 – параметры модели, определяемые методом регрессионного анализа.

В качестве реперного уровня формальдегида в воздухе помещений принимали верхнюю 95%-ю доверительную границу полученной модели.

Реперный уровень воздействия был определен для заболеваний органов дыхания. В дальнейшем реперный уровень воздействия формальдегида на органы дыхания был использован для расчета прироста риска (ΔR). В качестве коэффициента тяжести (g) использовали величину, рекомендуемую Всемирной Организацией Здравоохранения для болезней верхних дыхательных путей (g=0,07) [205], что позволило в дальнейшем использовать стандартные критерии характеристики риска [167].

Полученную математическую модель «экспозиция заболеваемость», значение прироста риска использовали для построения эволюционной модели накопления риска в соответствии с приложением В, п. 6.1. МР 2.10.00062-12 «Количественная оценка неканцерогенного риска при воздействии химических веществ на основе построения эволюционных моделей». Процесс накопления риска описывали рекуррентными соотношениями, представленными в формуле (2.10):

$$R_{t+1}^i = R_t^i + (\alpha_i R_t^i + \sum_j \Delta R_t^{ij}) C, \quad (2.10)$$

где R_{t+1}^i – риск нарушений i -ой системы организма в момент времени $t+1$;

R_t^i – риск нарушений i -ой системы организма в момент времени t ;

α_i – коэффициент, учитывающий эволюцию риска за счет естественных причин

C – временной эмпирический коэффициент, принимаемый в соответствии таблицей 2.4.

Таблица 2.4 - Значение коэффициента C для расчета риска за период t

Период времени, t	Час	День	Неделя	Месяц	Год
C	0,000114	0,00274	0,019231	0,083333	1

Риск развития нарушений здоровья, связанный с воздействием химических факторов (R_t) рассчитывался по формуле (2.11):

$$R_t = 1 - \prod_{i=1}^r (1 - R_t^i), \quad (2.11)$$

где R_t^i – риск развития нарушений i -ой критической системы при воздействии химических факторов.

Дополнительный риск нарушений здоровья, связанный с химическими факторами (ΔR_t), рассчитывался по формуле 2.12:

$$\Delta R_t = R_t - R_t^\phi, \quad (2.12)$$

где ΔR_t – дополнительный риск нарушения здоровья;

R_t – риск нарушения здоровья под воздействием экспозиции химических факторов;

R_t^ϕ – риск нарушения здоровья без воздействия экспозиции химических факторов (или при значениях факторов на референтных уровнях).

Характеристику дополнительного риска развития заболеваний выполняли с учетом рекомендаций Р. 2.1.10.1920-04. Риск (ΔR_t) менее $1 \cdot 10^{-6}$ рассматривали как пренебрежимо малый; риск в диапазоне от $1 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^{-4}$ – как предельно-допустимый; в диапазоне от $1 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-3}$ – как приемлемый для профессиональных групп, но неприемлемый для населения в целом; риск более $1 \cdot 10^{-3}$ – квалифицировали как неприемлемый ни для населения, ни для профессиональных групп.

ГЛАВА 3. ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ, МЕБЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

3.1 Оценка уровней миграции химических примесей в воздух из строительных, отделочных материалов и мебельной продукции, находящихся в обороте на потребительском рынке Российской Федерации

Являясь продукцией, используемой повсеместно и постоянно, строительные и отделочные материалы составляют довольно значительный сегмент потребительского рынка и вызывают повышенный интерес покупателей [206, 207]. Активность потребления строительных и отделочных материалов в стране очень высока: новое жилищное строительство в последние пять лет составляет от 65 до 85 млн м² ежегодно [208] и зачастую связано с индивидуальной отделкой новых квартир или частных домов. Кроме того, по данным социологических опросов, порядка 28% граждан ремонтируют жилье раз в 3 года и чаще; около 52,7% ремонтируют жилье раз в 4-5 лет (сценарий «стандартного» поведения). При этом, одновременно приобретаются для использования строительные и отделочные материалы из 4-5 товарных групп [209]. Важнейшим критерием выбора покупателями того или иного товара является качество продукции. При этом качество рассматривается в широком смысле, тогда как его характеристикам отнесены и аспекты безопасности. До 91% опрошенных российских приобретателей строительных и отделочных материалов в городах Екатеринбурге, Казани, Нижнем Новгороде, Новосибирске и ряде других городов страны указали на качество как первостепенный фактор при выборе продукции [208, 210].

В этой связи задача оценки реального уровня безопасности продукции, обращаемой на потребительском рынке страны, и информирования о ней потенциальных приобретателей становится актуальной.

Результаты исследований 3837 образцов товаров, относившихся к 30 кодам ТН ВЭД из групп строительных и отделочных материалов, показали, что в целом 3,6% образцов не отвечали гигиеническим требованиям к уровням миграции химических примесей в окружающую среду (Полные результаты исследований представлены в приложении 2).

При этом для продукции из 11 групп ТН ВЭД не было выявлено нарушений уровней миграции примесей. Это товары, кодируемые ТН ВЭД как 3922 (санитарно-технические изделия из пластмасс и пр.); 4601 (плетеные изделия и материалы для плетения – циновки, ширмы и т.п.); 4823 (бумага, картон, целлюлозная вата и пр.); 5602 (войлок или фетр); 5703-5705 (ковры и текстильные напольные покрытия из войлока тафтинговые или нетафтинговые); 5905 (настенные текстильные материалы), 6808 (панели, плиты и иные изделия из растительных волокон, соломы, стружки, щепы и пр.); 6907, 6908 (плиты для мощения, керамические, облицовочные глазурованные или неглазурованные). Таким образом, полученные результаты подтвердили, что изделия преимущественно из натуральных материалов не являются источниками выделения в среду обитания человека опасных примесей.

Средняя доля образцов продукции с нарушениями среди 20 других групп товаров ТН ВЭД составляла уже 5,6%. Однако показатели безопасности для разных групп товаров существенно различались, составляя от 0,41% (группа ТН ВЭД 3214) до 14,5% (группа ТН ВЭД 4412) (Рисунок 3.1). Наиболее часто стандарты были превышены при исследовании товаров групп ТН ВЭД ТС 4412; 4411; 4410; 4016 91 000 0; 5903 (Таблица 3.1).

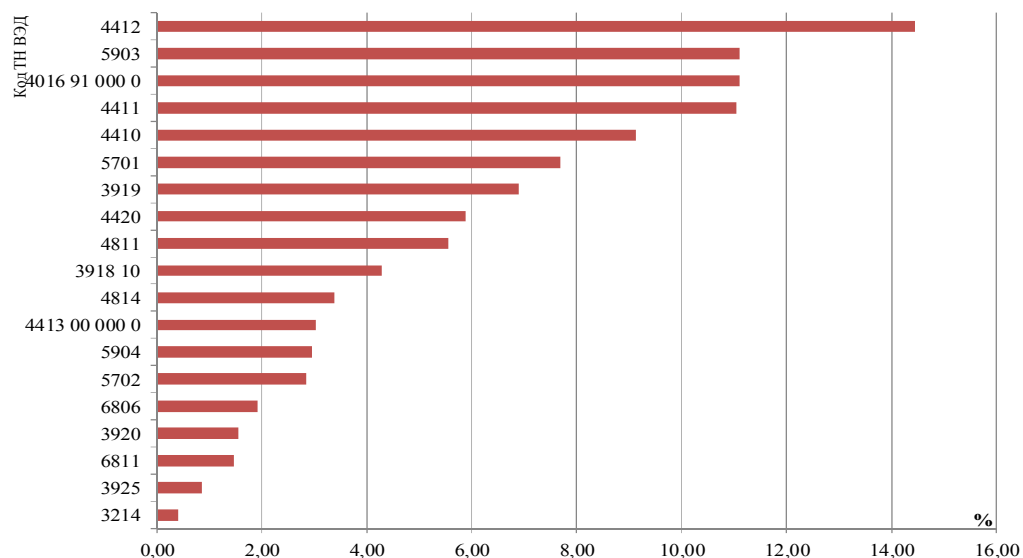


Рисунок 3.1 – Доля образцов строительных и отделочных материалов (по группам ТН ВЭД), не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям и нормативам в части миграции химических веществ в воздух, %

Таблица 3.1 – Товары, по которым были зарегистрированы наиболее частые нарушения обязательных требований к уровню миграции химических веществ

Код по ТН ВЭД ТС, наименование товара, (число проб)	Общая частота нарушений, %	Приоритетные факторы	Доля образцов, исследованных на миграцию %	Частота превышения норматива, %
(Код 4412) Фанера клееная, панели фанерованные и аналогичные материалы из слоистой древесины и пр. (N=166)	14,46	формальдегид	53,0	25,0
		аммиак	36,7	6,6
		специфический запах	47,0	2,6
		фенол	36,1	1,7
		метанол	35,5	1,7
(Код 4016 910000) Покрытия напольные и коврики и пр. (N = 27)	11,11	специфический запах	88,9	12,5
(Код 5903) Текстильные материалы, пропитанные, с покрытием или дублированные пластмассами и пр. (N= 9)	11,11	специфический запах	66,7	16,7
(Код 4411) Плиты ДВП из древесины или других древесных материалов с добавлением или без добавления смол или других веществ (N = 308)	11,04	формальдегид	65,9	16,3

Продолжение таблицы 3.1

Код по ТН ВЭД ТС, наименование товара, (число проб)	Общая частота нарушений, %	Приоритетные факторы	Доля образцов, исследован- ных на миграцию %	Частота превышени я норматива, %
(Код 4411) Плиты ДВП из древесины или других одревесневших материалов с добавлением или без добавления смол или других органических веществ (N = 308)	11,04	формальдегид	65,9	16,3
		хлористый водород	4,5	7,14
		фенол	59,4	2,19
		специфический запах	47,7	2,04
		аммиак	53,2	1,83
(Код 4410) Плиты древесно-стружечные, с ориентированной стружкой и аналогичные плиты (например, вафельные плиты) (N = 219)	9,13	формальдегид	51,1	16,1
		бутилацетат	4,1	11,1
		аммиак	40,6	5,62
		специфический запах	39,7	1,15
		фенол	41,1	2,22

Частота нарушений допустимых уровней миграции по отдельным химическим компонентам достигала 25%. Установлено, что практически каждый шестой - седьмой образец фанеры или фанерованных панелей (ТН ВЭД 4412), каждый десятый образец напольных покрытий или ДВП и ДСП (ТН ВЭД 4410, 4411), выпущенный на рынок Российской Федерации, потенциально может не соответствовать установленным требованиям безопасности. При использовании этих видов товаров в среду обитания человека могут выделяться одновременно до 3-4-х химических примесей [211].

Следует отметить, что в силу ряда причин не каждый образец продукции подвергался лабораторным испытаниям по полной программе. Это позволяет предположить, что для ряда групп (прежде всего 4410, 4411; 4412), реальная частота нарушений могла бы быть более высокой, чем зарегистрирована в итоге. Так, если принять, что выборка в 53% является репрезентативной (а именно такова была доля образцов товаров группы 4412, исследованных на миграцию формальдегида), то можно предположить что при полном исследовании всех образцов доля нестандартной продукции могла бы достичь 25%. Такая же ситуация складывается с товарами групп 4410 и 4412 – из всех исследованных

образцов формальдегид превышал гигиенические норматив миграции в 16% случаев. Это выше, чем средняя частота нарушений, установленная в целом по группе в ходе исследования.

Полученные данные представляются логичными – именно товары групп ТН ВЭД 4410-4412, а также дублированные текстильные и нетканые материалы (группы 5602, 5603, 5903 и т.п.) являются наиболее крупным потребителем полимерсодержащих компаундов [212, 213].

Следует отметить довольно высокий процент образцов, которые характеризовались выраженным специфическим запахом с интенсивностью выше 2 баллов (от 2,8% для групп ТН ВЭД 3918 10; 4016 91 000 0, 4814, 5903). Неидентифицированный запах является следствием присутствия в строительных и отделочных материалах конкретных химических веществ. К примесям, придающим выраженный запах полимерсодержащим материалам, относятся аммиак, фенол, формальдегид, бутилацетат и/или их производные, а также соединения серы. Часть из этих веществ может быть идентифицирована и подлежит нормированию. К примеру, когда вулканизирующим веществом является тиурам, то в качестве одного из ускорителей реакции используется фенол-формальдегидная смола [214]. Эти же смолы применяют при вулканизации бутилкаучуков для получения теплостойких резин [215]. Запах в этом случае может рассматриваться как маркер повышенной миграции ряда химических примесей с более серьезными последствиями для здоровья, чем нарушения органолептических параметров среды обитания.

В целом наибольшее количество нарушений санитарно-эпидемиологических требований и нормативов при исследовании строительных и отделочных материалов обусловлено миграцией из товаров формальдегида. По данному веществу выявлено 97 нестандартных проб из общего количества (n=236) нестандартных проб, выявленных по всем анализируемым показателям (Рисунок 3.2). К приоритетам следует отнести также недопустимые уровни миграции из товаров фенола (18,2%) и наличие неидентифицированного выраженного запаха.

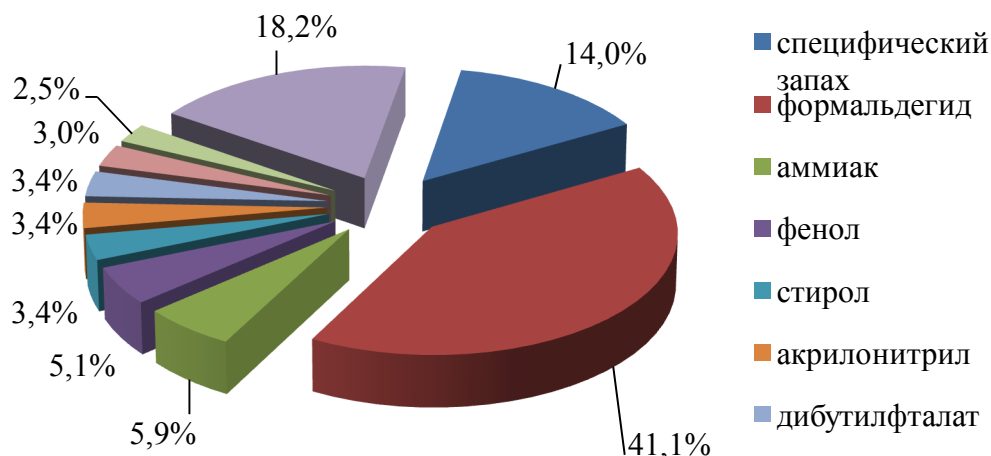


Рисунок 3.2 – Структура выявленных нарушений при исследовании строительных и отделочных материалов (в разрезе показателей)

При допустимом уровне миграции из материала формальдегида – $0,01 \text{ мг/м}^3$, концентрации, создаваемые в воздухе камер, достигали уровней: $0,051 \text{ мг/м}^3$ из образцов фанеры (т.е. $5,1\text{ПДК}_{\text{с.с}}$); $0,108 \text{ мг/м}^3$ из напольных ламинированных покрытий на основе древесноволокнистых плит (пол из ламинированных ДВП «дуб Royal», образец из Московской области). Зарегистрирован образец с уровнем миграции формальдегида $0,61 \text{ мг/м}^3$ или $61\text{ПДК}_{\text{с.с}}$ (ДВП сухого производства, образец из Кемеровской области). При исследовании образцов линолеума миграция достигала $0,052 \text{ мг/м}^3$ ($5,2\text{ПДК}_{\text{с.с}}$); плит OSB - $0,184 \text{ мг/м}^3$ ($18,4\text{ПДК}_{\text{с.с}}$); панелей настенных теплоизоляционных - $0,079 \text{ мг/м}^3$ ($7,9\text{ПДК}_{\text{с.с}}$) и т.п. Таким образом, в целом кратность превышения допустимых норм миграции формальдегида по ряду строительных материалов достигала 10-22 раз, максимум – $61\text{ПДК}_{\text{с.с}}$.

Концентрации стирола в воздухе климатических камер достигали уровня 2,5 от допустимого при исследовании изолирующих минеральных ват. Выделение аммиака в воздух климатической камеры из экструдированного пенополистирола превышало допустимый порог в 1,25-1,38 раза, из ориентированно-стружечной плиты – до 11 раз.

Доля нестандартных проб материалов по миграции бутилацетата, фенола, дибутилфталата, хлористого водорода, диоктилфталата, ксилола, метанола была на уровне менее 1%. Ни в одной пробе исследуемых образцов не было

зарегистрировано превышения гигиенических нормативов выделения метилметакрилата, этиленгликоля, изопропилового спирта.

Несмотря на определенную общность ситуации – преобладание формальдегида как компонента, который является основной причиной несоответствия товаров установленным гигиеническим нормативам и стандартам, результаты камерных исследований позволили выполнить классификацию исследованных групп товаров по критериям частоты нарушения гигиенических нормативов 16 показателей. Процедурой кластерного анализа было выделено 4 специфические «надгруппы», которые сформировались по системе признаков (Таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Кластеризация групп товаров по критериям потенциальной сверхнормативной миграции химических примесей в среду обитания

Фактор химической опасности	Кластер. Группы товаров, относимые к кластеру			
	1	3	2	4
	ТН ВЭД 4410; 4411; 4412	ТН ВЭД 4814	ТН ВЭД 3214; 3918 10; 3919; 3920; 3922; 3925; 4016; 4413; 4420; 4811; 5701; 5702-5904; 6806; 6811	ТН ВЭД 4601; 4823; 5602; 5703-5705; 6808; 6907; 6908
Формальдегид	19,1±5,10	1,52±0,30	1,33±1,82	0,00±0,00
Фенол	2,02±0,31	00,00±0,00	0,78±2,13	0,00±0,00
Хлористый водород	5,71±5,15,	00,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
Бутилацетат	6,42±3,70	00,00±0,00	0,26±1,01	0,00±0,00
Аммиак	4,67±2,50	0,72±0,14	0,63±2,42	0,00±0,00
Акрилонитрил	0,00±0,00	46,15±8,22	1,04±4,03	0,00±0,00
Стирол	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
Прочие примеси	1,00±0,09	2,00±1,85	0,08±0,08	0,00±0,00

Кластер 1, к которому отнесены товары групп 4410-4412 (фанера клееная, ДВП и ДСП, ряд напольных покрытий), характеризовался наиболее высокой частотой нарушения миграции формальдегида. Среднее значение для кластера равнялось 19,1% , максимум – 24%. Из прочих примесей с частотой 5,5-6,5% выявлялись нарушения бутилацетата и хлористого водорода.

Окрашенные акриловые обои и иные настенные покрытия (ТН ВЭД 4814) выделены во второй кластер, который характеризовался крайне высокой частотой

сверхнормативной миграции акрилонитрила (среднее значение кластера - 46%). Стандарты, установленные по прочим примесям нарушались редко.

Целый блок товаров: самоклеящиеся плиты, листы, ленты, полосы и прочие плоские напольные покрытия (коды ТН ВЭД 3919,3920), изделия из асбоцемента, из цемента с волокнами целлюлозы или из аналогичных материалов (код ТН ВЭД 6811); замазки, мастики, шпатлевки (3214), шлаковаты разных типов (6806) и пр. сформировали кластер, для которого характерна вероятность нарушения нормативов миграции на уровне 2,5-3,5%. При этом отсутствовал выраженный «профиль» нарушений.

Полученные результаты представляются крайне актуальными как для формирования программ производственного контроля, проводимого хозяйствующими субъектами, так и для планирования лабораторного сопровождения контрольно-надзорных мероприятий в отношении объектов, обращающих потребительскую продукцию на рынке (глава 6).

Результаты оценки химической безопасности мебельной продукции показали, что доля мебели с нарушением обязательных требований выросла за несколько лет почти на половину и составила в 2015 г. – 22,6% при уровне 15% в 2011 году и 7,5% в 2013 г. (Рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 – Процент мебели, находящейся в обороте, с нарушением обязательных требований, 2011-2015 гг., в%

Можно предположить, что рост числа несоответствий санитарно-эпидемиологическим требованиям мебельной продукции в обороте обусловлен, среди прочего, смягчением законодательства о безопасности данного вида товаров. До 01.07.2010 г. все полимерные и полимерсодержащие материалы, в том числе используемые для производства мебели, ввозимые и производимые на территории Российской Федерации, подлежали процедуре санитарно-эпидемиологической экспертизы с выдачей заключения. Рост доли небезопасной мебельной продукции отмечен через несколько лет после отмены данной процедуры (предположительно два-три года на рынке циркулировала продукция, произведенная в период до середины 2010 г.).

Результаты лабораторных испытаний, проведенных региональными управлениями Роспотребнадзора и ООО «Лесертика» за последние годы [8], свидетельствуют о регистрации ненормативного выделения формальдегида из разных видов мебели. Выявлены повышенные уровни миграции примеси во внутреннюю среду помещений из деталей шкафа из ЛХДФ (2,7 ПДК_{с.с.}); сидения стула из фанеры, покрытой лаком (1,7 ПДК_{с.с.}); фанерных ящиков мебели (2,6 ПДК_{с.с.}); деталей кровати из ДВП мокрого производства (4,5 ПДК_{с.с.}) и т.п.

Результаты лабораторных исследований товаров, размещенных в торговой сети и на оптовых торговых складах Российской Федерации, были сопоставлены с результатами исследований, выполненных в отношении материалов, реально использованных в строительстве малоэтажных быстровозводимых сборно-каркасных жилых строений одного из микрорайонов Пермского края.

3.2 Оценка миграции в среду обитания химических примесей из строительных, отделочных материалов, использованных при строительстве сборно-каркасных домов

Отбор образцов строительных, отделочных материалов, использованных при строительстве сборно-каркасных домов, для исследования в климатических камерах выполняли как в уже заселенных домах, так и только подготовленных к

въезду жильцов. 89 малоэтажных сборно-каркасных домов были построены по проектам 4 отечественных проектно-строительных организаций (условно серии А, В, С, D – соответственно 21, 26, 24 и 18 строений). Дома были введены в эксплуатацию в 2007-2011 гг. Общее число квартир – 643, общая площадь – 38,63 тыс. м². Микрорайон расположения сборно-каркасных домов находился на удалении от крупных промышленных объектов (ближайшее предприятие – на расстоянии 4,5 км.). Основные технические характеристики всех типов домов близки. Сборка строений осуществлялась из готовых термоструктурных панелей, балок-перекрытий, выполненных в заводских условиях. Сборка перегородок и кровли из готовых элементов проводилась на месте, оконные блоки и дверные конструкции также были использованы готовые с установкой на месте; монтаж утеплителя, отделка и внутренние коммуникации выполнялись на месте в соответствии с проектами.

Несмотря на некоторые конструкционные и планировочные различия между проектами, применение полимерсодержащих материалов было предусмотрено всеми разработчиками. К примеру, серия А предусматривала покрытие пола по следующей схеме (снизу вверх): утеплитель – двутавровая балка – пароизоляция – фанера ФСФ – ОСП – линолеум. Проекты предусматривали использование ДВП, минеральной ваты, гипсополимерных плит и т.п. Кроме того, сравнением проектной документации с фактическими результатами строительства установлено, что, по-видимому, с целью снижения стоимости или сроков строительства был допущен ряд отклонений от проекта, которые имели следствием еще более широкое применение полимерсодержащих материалов. Так, например, была проведена замена керамической плитки пола на линолеум; замена покраски стеновых элементов – на полимерные обои, были установлены полимерные плинтусы вместо деревянных и т.п. Согласно технической документации при строительстве были использованы следующие материалы, которые потенциально могли являться источником загрязнения воздуха жилых помещений домов разных серий: цементно-стружечная плита, минеральная вата, линолеум, гипсо-волоконная плита, фанера прессованная, термоструктурная

панель, ориентировано-стружечная плита, гипсоволоконный лист, теплоизоляционные плиты, шумоизоляционные материалы, гипсокартонный лист. Все исследованные материалы имели сертификаты соответствия и/или санитарно-эпидемиологические заключения о соответствии гигиеническим нормативам.

При изучении миграции в климатических камерах определяли примеси, которые были указаны в документации на материалы.

При исследовании образцов продукции в стандартных условиях (температура воздуха в камере – 20° С, влажность порядка 30%) было установлено, что из 71 образца 21 (т.е. каждый третий) выделял формальдегид, который был идентифицирован и присутствовал в значимых концентрациях, т.е. выше порога определения метода, который составлял 0,001 мг/м³. Иные примеси были идентифицированы в единичных случаях.

Обобщенные данные по выделению формальдегида в воздух климатических камер из материалов при температуре 20°С приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Средние и максимальные концентрации формальдегида, создаваемые строительными и отделочными материалами, в воздухе климатических камер (температура – 20°С, влажность – 30%)

Серия дома	Материал	Средняя концентрация в камере, мг/м ³	Максимальная концентрация, создаваемая в камере мг/м ³
Серия А	Цементно-стружечная плита со стены	0,0015±0,0001	0,0016
	Цементно-стружечная плита с пола	0,0011±0,0003	0,0012
	Минеральная вата с пола	0,0020±0,00014	0,0021
	Минеральная вата со стены	0,0017±0,00014	0,0018
	Линолеум с пола	НПО	НПО
	Гипсокартонный лист с межкомнатной стены	0,0023±0,001	0,0023
	Утеплитель (минеральная вата)	0,0018±0,001	0,0018
Серия В	Минеральная вата	0,0013±0,004	0,0014
	Фанера прессованная	0,0028±0,001	0,0028
	ОСП	0,0022±0,001	0,0022
Серия С	ГКЛ пол	0,0026±0,001	0,0026
	ГКЛ стена	0,0027±0,002	0,0027
	Шумоизоляция пол	0,003±0,002	0,003

Продолжение таблицы 3.3

Серия дома	Материал	Средняя концентрация в камере, мг/м ³	Максимальная концентрация, создаваемая в камере мг/м ³
Серия D	ОСП пол	0,0021±0,002	0,0021
	ГВЛ межкомнатной стены	0,0019±0,002	0,0019

Наибольшие концентрации формальдегида в воздухе камер при нормальной температуре были зарегистрированы при исследовании изолирующего материала пола (код ТН ВЭД – 3921) – 0,003±0,0006 мг/м³, фанеры прессованной (код ТН ВЭД – 4412) – 0,0028±0,0005 мг/м³, ГВЛ пола (код ТН ВЭД – 6809) – 0,0027±0,0005 мг/м³, ГВЛ (код ТН ВЭД – 6809) стен 0,0026±0,0005 мг/м³.

В условиях повышенных температур максимальные уровни миграции отмечены были для минеральной ваты потолка (0,0071±0,0014 мг/м³), шумоизоляционных материалов пола (0,005±0,0014 мг/м³) (Приложение 3). В целом при увеличении температуры в климатических камерах концентрации формальдегида в воздухе камер возрастали в диапазоне от 1,6 до 3,3 раз (Рисунок 3.4).

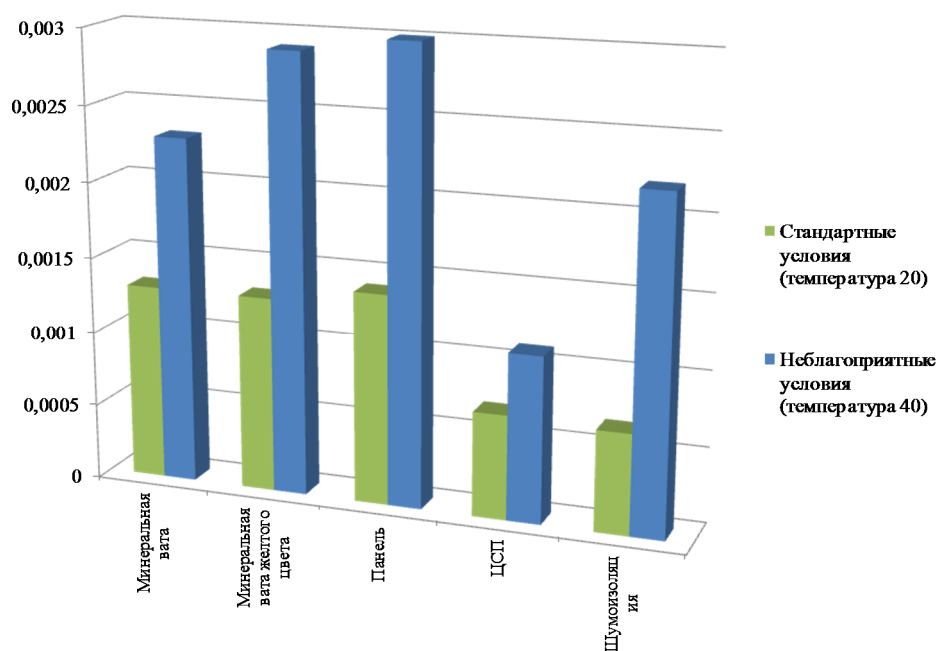


Рисунок 3.4 – Концентрации формальдегида в воздухе климатических камер, создаваемые различными видами строительных и отделочных материалов, в мг/м³ при температурах 20°C, 40°C

Метанол как продукт миграции был идентифицирован только в пяти образцах, при этом – выше порога определения метиловый спирт зарегистрирован только в воздухе камеры с образцом фанеры прессованной в концентрации – $0,44 \text{ мг/м}^3$ ($0,88$ от допустимого уровня миграции). Ксилолы были количественно определены в воздухе в 7 из 9 исследованных образцов ($77,8\%$), однако диапазон концентраций составил от $0,002 \pm 0,0004$ до $0,029 \pm 0,006 \text{ мг/м}^3$ при допустимом уровне $0,1 \text{ мг/м}^3$ (т.е. от $0,3$ до $0,02$ ПДК). Наиболее высокие уровни ксилолов в воздухе камер формировали образцы минеральной ваты ($0,026 \pm 0,005$ – $0,029 \pm 0,006 \text{ мг/м}^3$), фанеры прессованной ($0,018 \pm 0,004 \text{ мг/м}^3$).

Прочие примеси не были идентифицированы в воздухе климатических камер на уровнях выше порога определения химико-аналитического метода исследования.

Таким образом, в основном исследованные образцы материалов не формировали нарушения гигиенических нормативов допустимого уровня миграции в воздушную среду исследуемых химических примесей ни в условиях нормальных (20°C) ни в условиях повышенных температур (40°C).

Полученные данные были использованы для расчетного моделирования уровня загрязнений в жилых помещениях и последующей оценки экспозиции к формальдегиду граждан, постоянно проживающих в исследованных домах.

3.3 Моделирование загрязнения воздуха помещений химическими примесями в условиях совокупного использования строительных и отделочных материалов

Расчетное моделирование загрязнения формальдегидом воздуха помещений сборно-каркасных домов в результате совокупного применения при строительстве полимерсодержащих строительных и отделочных материалов показало, что в усредненном помещении типовой квартиры домов серий А-Д загрязнение воздуха формальдегидом может создаваться на уровне от $2,5$ до $4,5$ ПДК_{с.с.}.

Примеры совокупного загрязнения внутренней среды (воздуха) жилых комнат приведены на рисунках 3.5, 3.6.

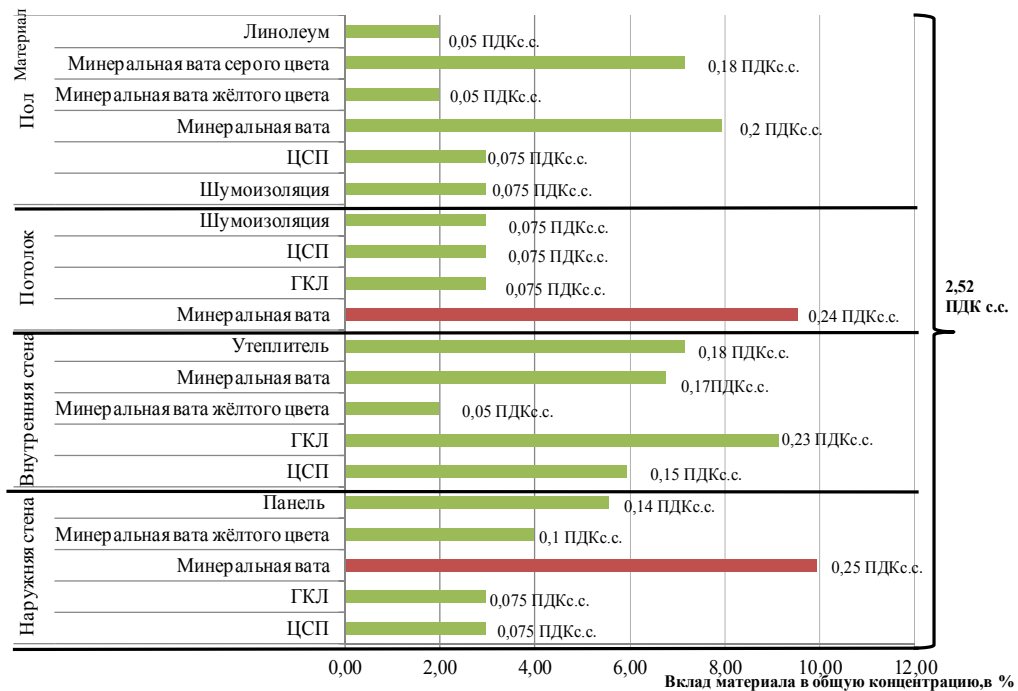


Рисунок 3.5 – Расчетная оценка вероятного загрязнения воздуха жилого помещения домов серии А в результате миграции формальдегида из строительных материалов, вклад материалов в загрязнение (температура 20 °С)

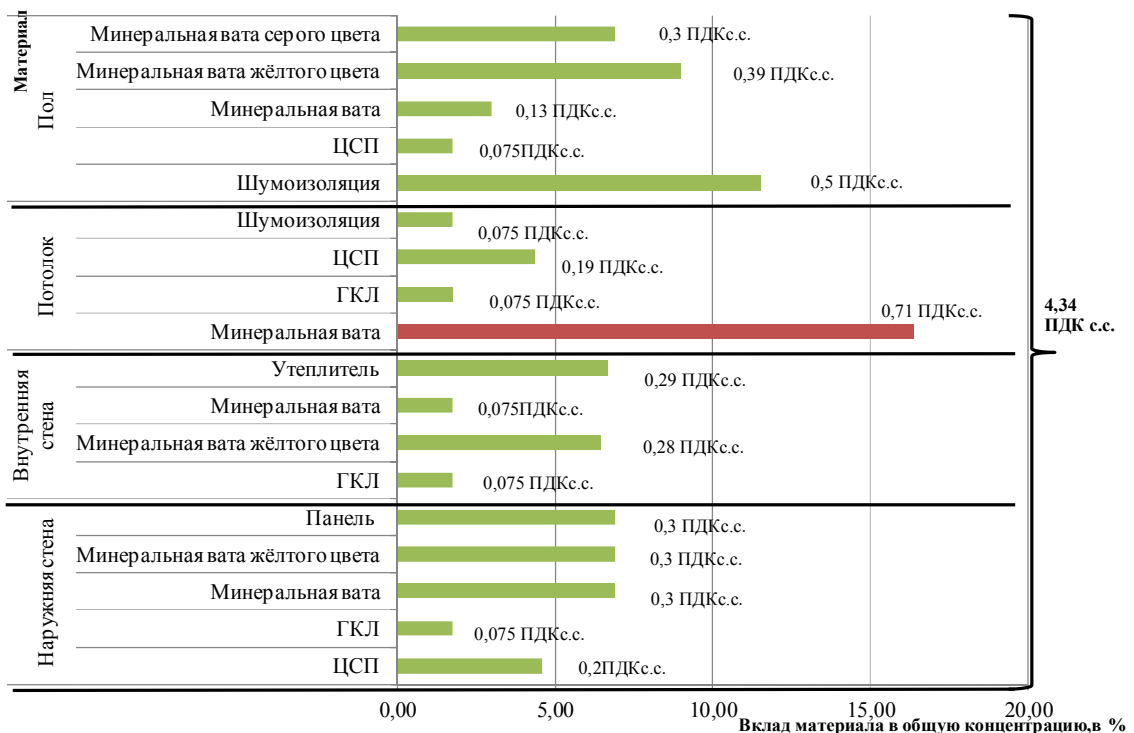


Рисунок 3.6 – Расчетная оценка вероятного загрязнения воздуха жилого помещения квартиры домов серии А в результате миграции формальдегида из строительных материалов, вклад материалов в загрязнение (температура 40 °С)

Установлено, что в домах серии А основной вклад в формирование повышенных концентраций формальдегида до 43% при нормальных температурах и до 57% при повышенных вносит минеральная вата различных видов. Данный материал применяется для утепления и изоляции основных конструктивных элементов жилых помещений - внутренних и наружных стен, пола, потолка. Суммарные уровни загрязнения прогнозировали на уровне 2,5 – 4,3 ПДК_{с.с.}.

Основной вклад в формирование повышенных концентраций формальдегида типовых квартир домов серии В вносила фанера прессованная – 23,3%; ОСП и ГВЛ – по 18%, домов серии С – минеральная вата различных видов (до 36,4%), ОСП (19,1%). В домах серии D – основной вклад в формирование повышенных концентраций формальдегида из исследованных материалов вносил ГВЛ - совокупный вклад – на уровне 42% (Рисунок 3.7).

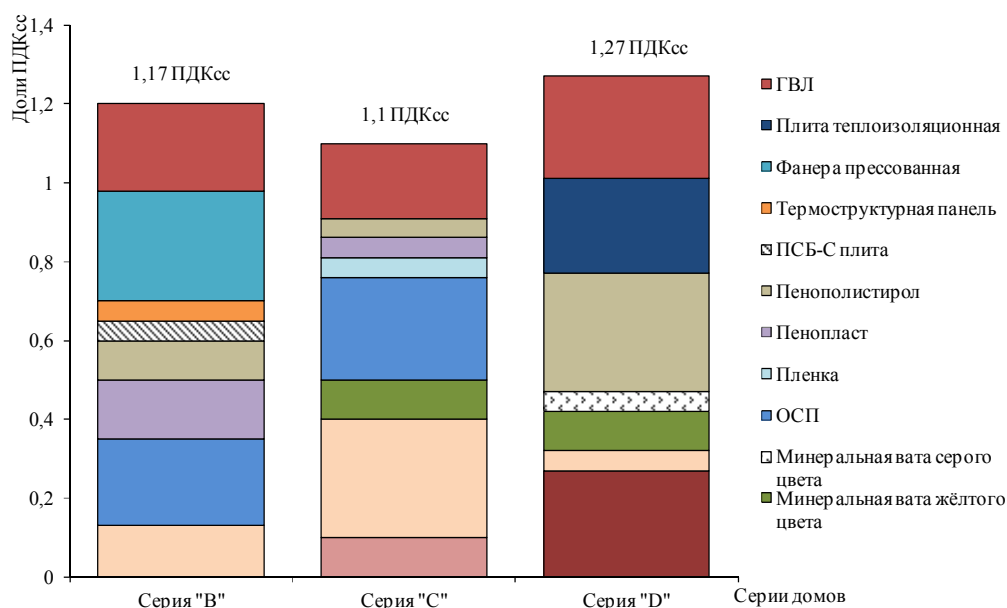


Рисунок – 3.7 Расчетное загрязнение формальдегидом воздуха помещений домов серий В,С,Д, формируемое совокупным использованием строительных и отделочных материалов (20°С; 30% влажность).

Следует отметить, что в летние дни, когда ряд элементов здания (особенно крыша) нагревается до температуры 60-80⁰С, прилегающие к горячим элементам изолирующие материалы (в том числе минеральная вата) сами могут нагреваться до температуры 50-60⁰С. В течение суток перепады под крышей могут являться

причиной конденсации влаги и увеличения влажности изолирующего материала, что приводит к увеличению выделения формальдегида с поверхности продукции и повышению общей концентрации примеси в воздухе помещений в 1,5-2,5 раза.

Следовательно, в жаркие влажные летние дни можно прогнозировать содержание формальдегида в воздухе жилых помещений на уровне 5-7ПДК_{с.с.}.

В целом расчеты показали, что одновременное использование до 8-и более видов строительных и отделочных материалов при строительстве типовых квартир сборно-каркасных домов серий В,С,Д позволяет прогнозировать среднесуточные концентрации формальдегида в воздухе на уровне от 1,1 до 1,3 ПДК_{с.с.} в холодный и 2,5 ПДК_{с.с.} – в теплый период года.

Верификацию расчетных данных выполняли прямыми инструментальными измерениями качества воздуха жилых помещений.

3.4 Результаты инструментальных исследований качества воздуха помещений сборно-каркасных домов, построенных с широким использованием полимерных и полимерсодержащих материалов. Сравнение расчётных и натурных данных

Расчетные данные получили подтверждение в ходе 872 инструментальных измерений качества воздуха жилых помещений сборно-каркасных домов. Формальдегид в воздухе помещений был количественно определён в 862 пробах (98,8%) и только в 8 случаях (менее 1%) формальдегид был зафиксирован ниже порога определения метода.

Жилые помещения разных квартир отличались внутренней отделкой, степенью «подгонки» оконных рам и дверей и пр. Соответственно, уровни естественной циркуляции воздуха были неодинаковы, даже при идентичных, строго заданных условиях отбора проб, включая закрытые проемы в квартирах. Несмотря на это результаты, полученные в ходе исследования домов разных

серий, были довольно близки между собой, что расценивали как свидетельство типичности ситуации.

Выборочные результаты измерений уровней формальдегида в воздухе в квартирах сборно-каркасных домов в разные периоды года приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Пример результатов анализа качества воздуха внутри помещений сборно-каркасных домов серии А,В,С,Д (2011-2012 гг.)

№ п/п	Место отбора	Дата отбора	Формальдегид, мг/м ³ ПДК _{м.р.} =0,05 мг/м ³ ПДК _{с.с.} =0,01 мг/м ³	Доли ПДК _{мр} /ПДК _{сс}
1	ул. П, 10-2 (серия А)	22.08.2011	0,0130±0,0026	0,26
			0,0155±0,0031	0,31
			0,0123±0,0025	0,25
			0,0141±0,0028	0,28
	Среднесуточная		0,0137±0,0027	1,37
2	ул. П, 2-1 (серия А)	08.06.2012	0,0500±0,0100	1,0
			0,0440±0,0088	0,9
			0,0450±0,009	0,9
			0,0500±0,100	1,0
	Среднесуточная		0,0473±0,0095	4,73
3	ул. П, 21-1 (серия А)	21.03.2012	0,0100±0,002	0,2
			0,0110±0,0022	0,2
			0,0140±0,0028	0,3
			0,0180±0,0036	0,4
	Среднесуточная		0,0133±0,0027	1,33
4	ул. Р, 44-1 (серия В)	22.08.2011	0,1096±0,0219	2,19
			0,1050±0,0210	2,10
			0,1255±0,0251	2,51
			0,0922±0,0184	1,84
	Среднесуточная		0,1080±0,0216	10,81
5	ул. Д, 36-7 (серия С)	16.11.2012	0,058±0,0116	1,16
			0,049±0,0098	0,98
			0,042±0,0084	0,84
			0,040±0,0080	0,80
	Среднесуточная		0,0473±0,0095	4,02
6	ул. Д, 48-2 (Серия С)	22.07.2011	0,0550±0,0110	1,1
			0,0250±0,005	0,5
			0,1100±0,022	2,2
			0,0830±0,0166	1,7
	Среднесуточная		0,0683±0,0137	6,83
7	ул. Д, 25-7 (серия D)	08.08.2011	0,034±0,0068	0,68
			0,013±0,0026	0,26
			0,086±0,0172	1,72
			0,062±0,0124	1,24
	Среднесуточная		0,0488±0,0098	4,88

Исследования качества воздуха квартир сборно-каркасных домов разных серий на содержание формальдегида показали, что превышение ПДК_{м.р.} по формальдегиду отмечено в 28 из 213 исследованных помещений (13,1%) и в основном в теплый период. Кратность – от 1,1 до 4,0 ПДК_{м.р.}.

Среднесуточные концентрации формальдегида выше ПДК_{с.с.} в холодный период зарегистрированы года в 40 из 51 обследованного жилого помещения домах серии А, т.е. в 78,4% случаев (Рисунок 3.9). Кратность превышения норматива – 1,7-7,7 ПДК_{с.с.}. В теплый период года доля помещений с нарушениями составила 97,1% при кратности превышения ПДК_{с.с.} – до 14,3. Следовательно, формальдегид в течение года может быть на уровне, существенно превышающем норматив, практически в каждом жилом помещении каждого дома серии А.

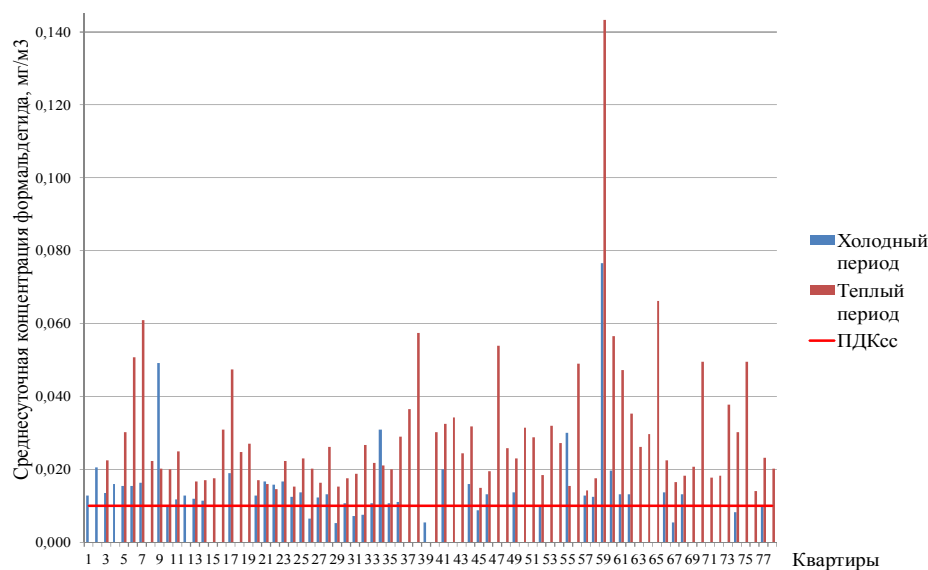


Рисунок 3.8 – Среднесуточные концентрации формальдегида в воздухе жилых помещений домов серии А в холодный и теплый периоды 2011-2012 гг., мг/м³

В домах серии В уровни формальдегида с кратностью 1,1-3,3 ПДК_{с.с.} зарегистрированы в воздухе каждого второго помещения. Летом превышение ПДК_{с.с.} формальдегида было установлено во всех исследованных помещениях. Уровень составлял до 10,8 ПДК_{с.с.}.

В помещениях домов серии С превышение ПДК_{с.с.} формальдегида зарегистрировано в воздухе практически всех обследованных помещений. Интенсивность - на уровне 1,1-8,3 ПДК_{с.с.} в холодный период, и на уровне 1,4-6,8 ПДК_{с.с.} в теплый период (Рисунок 3.9).

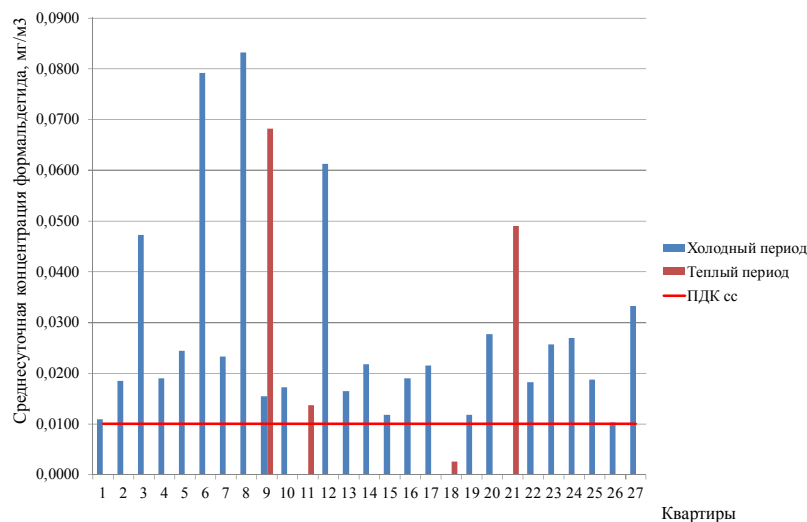


Рисунок 3.9 – Среднесуточные концентрации формальдегида в воздухе жилых помещений домов серии С в холодный и теплый периоды 2011-2012 гг., мг/м³

Превышение ПДК_{сс} формальдегида зарегистрировано в воздухе 80% домов серии D на уровне 1,5-3,2 ПДК_{сс} в холодный период года, на уровне 1,1-4,9 ПДК_{сс}. (Рисунок 3.10).

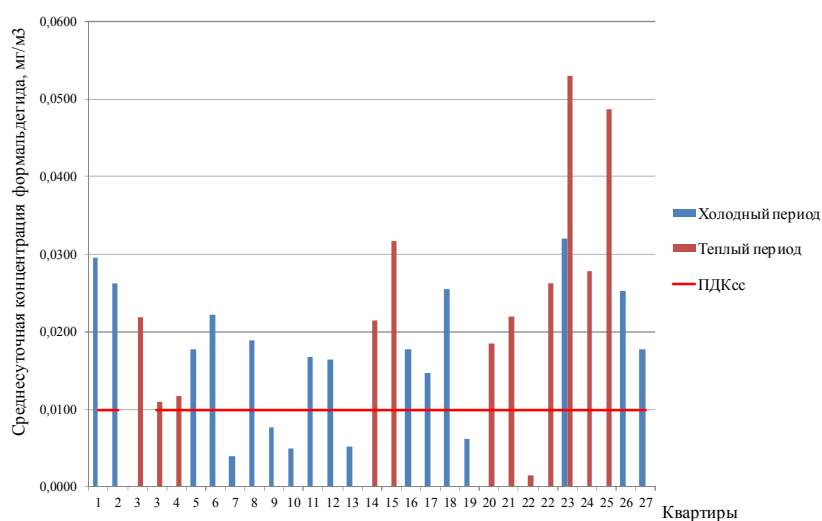


Рисунок 3.10 – Среднесуточные концентрации формальдегида в воздухе жилых помещений домов серии D в холодный и теплый периоды года 2011-2012 гг., мг/м³

Измеренные среднесуточные уровни формальдегида в жилых помещениях всех 4-х серий сборно-каркасных домов удовлетворительно корреспондировались с результатами прогнозных расчетов (Таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Сравнение расчетных и натуральных данных по содержанию формальдегида в воздухе жилых помещений сборно-каркасных домов

Серия сборно-каркасных домов	Расчетная средняя суточная концентрация, мг/м ³	Результаты натуральных исследований			
		Суточная концентрация, мг/м ³ ПДК = 0,01		Разовая Концентрация, мг/м ³ ПДК = 0,05	
		Среднее значение	95%-перцентиль	50% перцентиль	95% перцентиль
Холодный период года					
Серия А	0,0252±0,005	0,015±0,0015	0,031	0,013	0,031
Серия В	0,0125±0,0025	0,013±0,0012	0,020	0,011	0,023
Серия С	0,011±0,0022	0,028±0,0041	0,076	0,021	0,074
Серия D	0,0127±0,0025	0,017±0,0021	0,030	0,018	0,031
Теплый период года					
Серия А	0,0431±0,009	0,029±0,0022	0,042	0,022	0,065

Как и прогнозировалось, фактические уровни формальдегида систематически были выше гигиенической нормы, составляя диапазон от 0,013 до 0,028 мг/м³ (или от 1,3 до 2,8ПДК_{с.с.}). За исследованный период 2011 – 2012 гг. максимальные уровни формальдегида в отдельные дни составляли более 8 ПДК_{с.с.}

Концентрации формальдегида в атмосферном воздухе территории расположения сборно-каркасных домов не превышали значения 0,2ПДК_{с.с.}. Последнее позволяло относить высокие уровни концентрации формальдегида внутри помещений исключительно за счет источников примеси внутри помещений.

Диапазон уровней ксилола в воздухе помещений составил – 0,035-0,145 ПДК_{с.с.}. Прочие примеси регистрировали на уровнях ниже порога определения методов, либо ниже 0,2ПДК_{с.с.}, что также совпало с прогнозными данными.

Принимали во внимание, что дополнительными источниками выделения формальдегида в воздухе помещений исследованных строений могут являться и другие неисследованные строительные материалы (лаки, краски, клей и т.п.), а

также мебель, выполненная из полимерсодержащих древесных материалов – прежде всего корпусная и встроенная.

Исследование вклада корпусной, в том числе встроенной мебели из полимерсодержащих материалов, в формирование загрязнения воздуха внутренней среды помещений выполняли на примере дошкольных и школьных учреждений.

3.5 Оценка влияния насыщенности помещений дошкольных, школьных общеобразовательных учреждений мебельной продукцией из полимерсодержащих материалов на уровень загрязнения воздуха помещений

Принимая во внимание, что допустимый уровень миграции химических веществ из мебельной продукции предполагает отношение суммарной площади мебели, способной выделять химические примеси, к объему помещения как 1:1 (п. 3.2. ГОСТ 30255-2014 «Мебель, древесные и полимерные материалы. Метод определения выделения формальдегида и других вредных летучих химических веществ в климатических камерах»), выполняли анализ реальной насыщенности помещений ДООУ для сопоставления с рекомендуемыми параметрами.

Установлено, что при объеме игровых помещений дошкольных учреждений от 123,3 до 176,4 м³ (медиана – 150,53 м³, 25 %-ый перцентиль – 142,62 м³, 75%-ый перцентиль – 160,41 м³) насыщенность игровых помещений мебелью составляла от 0,35 до 1,15 м²/м³, медиана составила – 0,63 м²/м³) (Рисунок 3.11, 3.12).

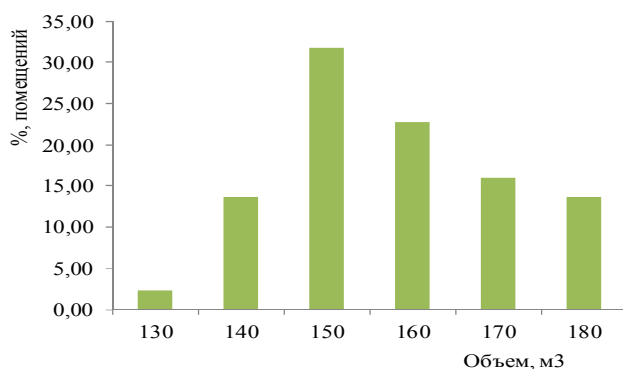


Рисунок 3.11 – Объем исследуемых помещений игровых, м³

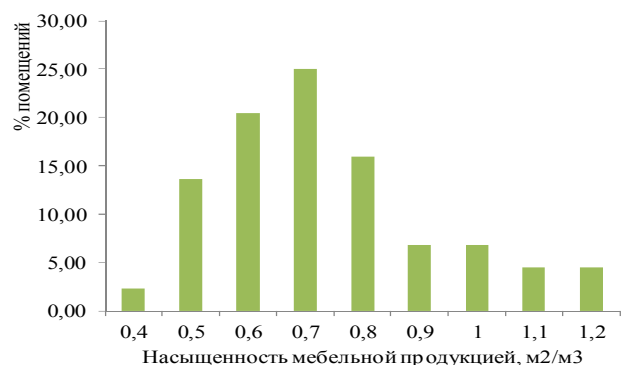


Рис. 3.12 – Насыщенность мебельной продукцией игровых помещений дошкольных организаций, м²/м³

Объем спальных помещений варьировался в диапазоне от 57,98 до 173,08 м³, медиана составила – 131,76 м³. Насыщенности спален мебельной продукцией была выше игровых помещений – 0,95 до 1,69 м²/м³, медиана составила – 1,09 мг/м³ Пример – в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Объем помещений спален дошкольных организаций и их насыщенность мебельной продукцией

Место отбора	Группа	"Насыщенность" мебельной продукцией м ² /м ³	Объем, м ³
ДОУ 14	Группа 2	1,06	57,98
	Группа 3	1,20	58,59
	Группа 4	1,21	61,91
ДОУ 6	Группа 2	1,09	115,84
	Группа 1	1,11	115,84
ДОУ 8	Группа 2	1,69	107,79
	Группа 5	1,08	168,24
	Группа 6	1,23	107,25
ДОУ 9	Группа 9	0,97	171,57
	Группа 1	1,01	172,47
	Группа 7	0,95	173,08
ДОУ 12	Группа 1	1,03	148,48
	Группа 2	1,09	148,56
	Группа 7	1,12	147,68

Насыщенность мебелью школьных учебных классов составила от 0,46 до 0,94 м²/м³, что близко результатам, которые представлены в публикациях Латышевской [216]. Однако в этой же работе показано, что есть вероятность того, что в школах насыщенность учебных помещений мебелью может достигать уровня 1,6 м²/1м³. Таким образом, даже при соблюдении допустимых уровней миграции формальдегида (0,01 мг/м³ с 1 м² мебели в 1 м³ воздушной среды) в условиях стандартной для отечественных образовательных учреждений насыщенности помещений мебелью концентрации формальдегида в воздухе помещений могут формироваться на уровнях до 1,6 ПДК_{с.с.}.

Полученные расчеты подтверждались инструментальными исследованиями качества воздуха внутренней среды ДОУ. Результаты количественного

определения формальдегида, фенола, стирола, этилбензола, бензола показали, что повсеместно в воздухе помещений выше ПДК регистрируется только формальдегид. Концентрации стирола и этилбензола находились на уровне порога определения. Бензол в воздухе регистрировали постоянно, но в низких концентрациях; фенол - в 30% наблюдений (Таблица 3.7).

Таблица 3.7 – Результаты измерений проб воздуха помещений и атмосферного воздуха территорий дошкольных учреждений на содержание ряда химических примесей (в сумме по всем исследованным объектам)

Вещество	Воздух помещений			Атмосферный воздух		
	Число проб	Процент проб с уровнем примеси		Число проб	Процент проб с уровнем примеси	
		ниже порога определения*	выше ПДК _{м.р.}		ниже порога определения*	выше ПДК _{м.р.}
Формальдегид	1005	1,2	2,59	339	17,4	0,0
Фенол	1005	71,0	2,89	341	77,7	4,1
Бензол	1011	0,89	0,0	339	0,00	0,0
Стирол	1011	98,4	0,39	341	98,8	0,0
Этилбензол	1011	89,5	0,79	341	91,7	0,0

* – ниже порога определения химико-аналитического метода исследования

Параметры содержания ряда приоритетных химических примесей в воздухе игровых помещений и спален дошкольных учреждений суммарно за оба периода года представлены в таблице 3.8 и 3.9.

Таблица 3.8 – Уровни содержания приоритетных химических примесей в воздухе игровых помещений дошкольных учреждений (концентрации, усредненные за время отбора), 2014-2015 гг.

Показатель, мг/м ³	Формальдегид	Бензол	Фенол
	ПДК _{с.с.} =0,01 мг/м ³	ПДК _{с.с.} =0,100 мг/м ³	ПДК _{с.с.} =0,006 мг/м ³
Медиана	0,0112	0,0228	0,0070
25-ый перцентиль	0,0064	0,0143	0,0055
75-ый перцентиль	0,0181	0,0378	0,0102
95-ый перцентиль	0,0359	0,0692	0,0186
Максимум	0,0922	0,2413	0,0257

Концентрации формальдегида в воздухе помещений дошкольных и школьных учреждений с кратностью до 125-150 раз были достоверно выше

соответствующих уровней примеси в атмосферном воздухе и в отапливаемый период и в период без отопления ($p < 0,05$).

Таблица 3.9 – Уровни содержания ряда приоритетных химических примесей в воздухе спальных комнат (разовые концентрации), 2015 г.

Показатель, мг/м ³	Формальдегид	Бензол	Фенол	Стирол	Этилбензол
	ПДК _{м.р.} 0,05 мг/м ³	ПДК _{м.р.} 0,3 мг/м ³	ПДК _{м.р.} 0,01 мг/м ³	ПДК _{м.р.} 0,04 мг/м ³	ПДК _{м.р.} 0,02 мг/м ³
Медиана	0,0260	0,0215	0,005	0,00	0,0
25-ый перцентиль	0,0150	0,0102	0,00	0,00	0,0
75-ый перцентиль	0,0454	0,0338	0,006	0,00	0,004
95-ый перцентиль,	0,0783	0,0549	0,008	0,0230	0,0123
Максимум	0,1397	0,0680	0,011	0,0250	0,062

Таким образом, повышенные уровни формальдегида внутри помещений в полной мере формировались источниками внутри помещения, в том числе мебелью.

По результатам проведенных исследований была получена зависимость изменения концентрации формальдегида в воздухе игровых помещений дошкольных учреждений от насыщенности помещений мебельной продукцией (Рисунок 3.13).

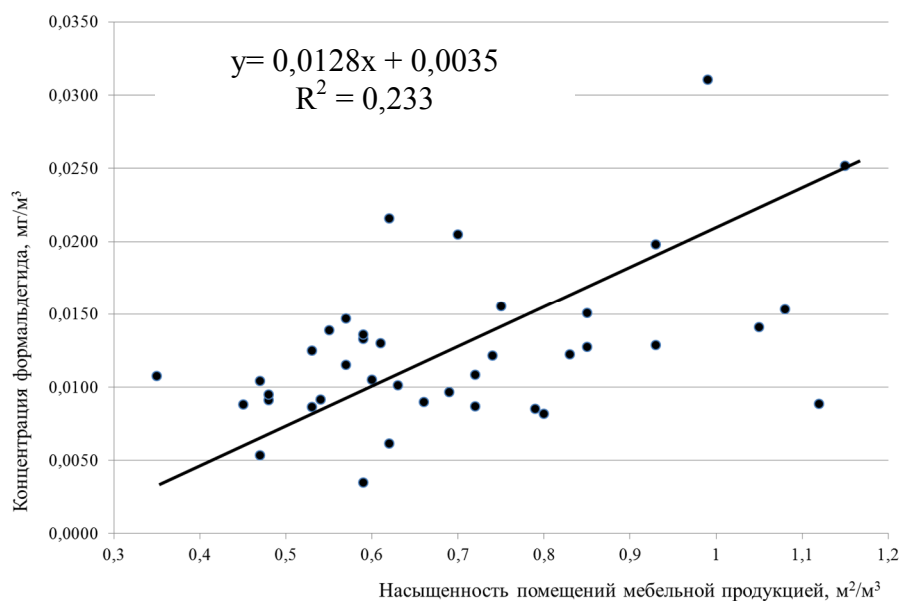


Рисунок 3.13 – Зависимость концентрации формальдегида в воздухе помещений дошкольных учреждений от насыщенности помещений полимерсодержащей мебельной продукцией

Для прочих исследуемых в воздухе химических примесей соответствующих зависимостей установлено не было.

Установленная зависимость свидетельствует, что при насыщении игровых помещений полимерсодержащей мебелью выше уровня $0,6 \text{ м}^2$ на 1 м^3 объема помещения, существует вероятность превышения установленного гигиенического норматива содержания формальдегида в воздухе внутренней среды. Полученный показатель может рассматриваться как один из критериев безопасности помещения по химическому фактору.

Полученная модель позволяет прогнозировать вероятные концентрации формальдегида, которые могут сформироваться в помещении при различных вариантах меблировки игровых помещений ДООУ. В работе Латышевской Н.И. с соавт. [216] приведены данные, позволяющие построить аналогичную зависимость, но для учебных классов общеобразовательных школ. Исследователи фиксировали концентрации формальдегида выше $0,01 \text{ мг/м}^3$, даже при более низкой насыщенности помещений мебелью из ПСМ – на уровне $0,4-0,5 \text{ м}^2/\text{м}^3$. При этом уровни формальдегида возрастали с увеличением насыщенности помещений мебелью ($y=0,0055+0,0346x$). Иные примеси (измеряли аммиак, ацетальдегид, метанол, ароматические углеводороды) в условиях такой насыщенности классов мебелью не были зарегистрированы на уровнях выше порогов определения. Сопоставительный анализ результатов позволил оценивать полученные в нашем исследовании результаты как адекватные и пригодные для задач моделирования и прогноза.

Полученные данные о реальных и прогнозируемых концентрациях формальдегида и иных примесей, выделяющихся из строительных и отделочных материалов, легли в основу оценки экспозиции к формальдегиду и иным примесям детей, посещающих детские образовательные учреждения и лиц всех возрастов, постоянно проживающих в сборно-каркасных домах изученных типов.

ГЛАВА 4 АНАЛИЗ И ПРОГНОЗ РИСКОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ, МИГРИРУЮЩИХ ИЗ СОВОКУПНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ, МЕБЕЛИ

4.1 Оценка потенциального ингаляционного риска здоровью населения в условиях проживания в сборно-каркасных домах (результаты исследования материалов в климатических камерах)

По результатам проведенных исследований установлено, что во внутреннюю среду жилых помещений из строительных и отделочных материалов и мебели могут выделяться химические примеси, для которых обоснованы критерии для оценки риска: аммиак, метанол, фенол, серы диоксид, формальдегид, акрилонитрил, дибутилфталат, диоктилфталат, стирол, ксилол. Перечень основных критических органов и систем организма при ингаляционном воздействии вышеперечисленных веществ в соответствии с Р. 2.1.10.1920-04 приведён в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Перечень основных критических органов и систем организма, референтных уровней, факторов канцерогенного потенциала при ингаляционном воздействии химических веществ, мигрирующих в окружающую среду из строительных и отделочных материалов.

Вещество	ARFC, мг/м ³	Критические органы и системы	RFC, мг/м ³	Критические органы и системы в соответствии с Р. 2.1.10.1920-04	SFI, (мг/кг сут) ⁻¹
Аммиак	0,35	органы дыхания, глаза	0,1	органы дыхания	-
Метанол	30	центральная нервная система	4	влияние на процессы развития организма	-
Фенол	6	влияние на органы зрения, органы дыхания	0,006	сердечно-сосудистая система, почки, ЦНС, печень, органы дыхания	-
Серы диоксид	0,66	органы дыхания	0,05	органы дыхания, преждевременная смертность	-

Продолжение таблицы 4.1

Вещество	ARFC, мг/м ³	Критические органы и системы	RFC, мг/м ³	Критические органы и системы в соответствии с Р. 2.1.10.1920-04	SFI, (мг/кг сут) ⁻¹
Формальдегид	0,048	органы дыхания, глаза	0,003	органы дыхания, глаза, иммунная система (сенсibilизация)	0,046
Акрилонитрил	0,2	центральная нервная система	0,002	Органы дыхания, репродуктивная система	0,24
Дибутилфталат	-	-	0,05	нейроэндокринная система, влияние на процессы развития организма, репродуктивная система	-
Диоктилфталат	-	-	0,07	-	-
Стирол	20	глаза, органы дыхания	1	центральная нервная система, системные нарушения (масса тела), нейроэндокринная система	0,002
Ксилол	4,3	органы дыхания, глаза	0,1	центральная нервная система, органы дыхания, почки, печень	-

Количественные характеристики миграции химических примесей из образцов материалов были получены для формальдегида, ксилола, серы диоксида. Концентрации аммиака, метанола, акрилонитрила, дибутилфталата, диоктилфталата и стирола идентифицировали качественно на уровнях ниже порогов определения химико-аналитических методов исследования. Вместе с тем, комплексные исследования миграции химических примесей из строительных и отделочных материалов позволяли предполагать их наличие (Глава 3). Это явилось основанием для применения положений Руководства по оценке риска Р 2.1.10-1920-04 о том, что при наличии сведений о возможности присутствия вещества в исследуемой точке вместо нуля вносится величина концентрации, составляющая $\frac{1}{2}$ значения предела количественного определения метода. Применение данного приема повышало неопределенность результатов оценки риска, приводя к некоторой его переоценке, однако представлялось целесообразным в рамках проводимого исследования.

Из приведенных в таблице 4.1. параметров токсичности отдельных химических примесей, мигрирующих из строительных материалов, видно, что потенциальные эффекты воздействия на здоровье могут выражаться в нарушении функций органов дыхания, иммунной системы, сердечно-сосудистой и центральной нервной систем, вызывать сенсibilизацию организма, и т.п. При этом, ряд веществ вызывают негативные эффекты и при кратковременном и при хроническом воздействии, ряд – только при хроническом. Из выделяемых примесей формальдегид, стирол и акрилонитрил обладают канцерогенными свойствами. Стирол регистрировали на уровне ниже порога определения химико-аналитического метода исследований в домах серии В, С, D, поэтому в расчет канцерогенного риска не включали. Акрилонитрил не был использован при оценке риска вследствие того, что чувствительность используемого химико-аналитического метода значительно превышает значения референтной концентрации. Таким образом, формальдегид рассматривали как единственный канцерогенный фактор, ассоциированный со строительными и отделочными материалами сборно-каркасных домов.

Установлено, что индивидуальный пожизненный канцерогенный риск для лиц, которые постоянно проживают в исследованных домах, при наихудших сценариях экспозиции может составлять до $1,1 \times 10^{-4}$ для взрослого населения (Таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Пожизненный канцерогенный риск для лиц, постоянно проживающих в сборно-каркасных домах серии А (взрослые, дети)

Вещество	Суточная доза, мг/кг-сут	Пожизненный канцерогенный риск	Вклад в суммарный канцерогенный риск, %
Наихудший сценарий			
Формальдегид (взрослые)	$2,4 \times 10^{-03}$	$1,1 \times 10^{-04}$	100,0%
Формальдегид (дети)	$2,2 \times 10^{-03}$	$1,0 \times 10^{-04}$	100,0%
Сценарий, близкий к реальному			
Формальдегид (взрослые)	$1,92 \times 10^{-03}$	$8,85 \times 10^{-05}$	100,0%
Формальдегид (дети)	$1,80 \times 10^{-03}$	$8,26 \times 10^{-05}$	100,0%

Риск практически находится на верхней границе допустимого диапазона. Принимая во внимание неопределенности, которые обусловлены ошибкой методов отбора проб и инструментальных измерений, его можно характеризовать как приемлемый. Однако следуя принципам предосторожности, такой риск необходимо держать под постоянным контролем и даже при небольшом ухудшении ситуации планировать и реализовать меры по его снижению.

При стандартном сценарии экспозиции для детского и взрослого населения, канцерогенный риск оценивается как приемлемый (в диапазоне $1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-6}$). Именно в данном интервале установлено большинство зарубежных и рекомендуемых международными организациями критериев приемлемости риска для населения. Данные уровня подлежат постоянному контролю. В некоторых случаях для таких уровней риска рекомендуется дополнительные мероприятия по их снижению [п. 7.6.3. Р. 2.1.10. – 1920-03].

При оценке неканцерогенных ингаляционных рисков установлено, что в условиях индивидуального применения, ни один строительный материал изолированно не формирует неприемлемых рисков для здоровья населения как при наихудших, так и при стандартных сценариях экспозиции в домах серий А,В,С,Д. Исключение составляют несколько образцов минеральной ваты из сборно-каркасных домов серии D ($1,22HQ_{cr} - 1,44HQ_{cr}$). Рассчитанные коэффициенты опасности (HQ_{cr}) по остальным материалам колебались в диапазоне от $0,02HQ_{cr}$ (фенола из прессованной фанеры) до $0,89HQ_{cr}$ (формальдегид из изолирующих материалов). Примеры коэффициентов опасности отдельных примесей от отдельных материалов приведены в приложении 4. Таким образом, по критериям соблюдения установленных стандартов, даже с учетом оценки риска, изолированно абсолютное большинство применяемых при строительстве сборно-каркасных домов материалов являются безопасными для здоровья населения.

Вместе с тем, результаты оценки их совокупного применения свидетельствуют о ситуации, представляющей угрозу для здоровья жителей.

Результаты оценки риска хронического воздействия для жилых помещений домов серий А и В приведены соответственно в таблицах 4.3 и 4.4. Данные по серии С, D приведены в приложении 5.

Таблица 4.3 – Коэффициенты и индексы опасности развития неканцерогенных эффектов при хроническом воздействии химических веществ, мигрирующих из совокупности строительных и отделочных материалов (жилые помещения домов серии А, расчет по данным исследований материалов в климатических камерах, температура 20°C)

Поражаемые органы и системы	Индекс опасности, HI	Факторы риска			
		Наименование примеси	Воздействующая концентрация мг/м ³	Коэфф. опасности, HQ _{cr}	Вклад в HI, %
наихудший сценарий					
Органы дыхания	9,17	формальдегид	0,0268	8,94	97,49
		аммиак	0,0125	0,13	1,42
		фенол	0,0002	0,03	0,33
		серы диоксид	0,0035	0,07	0,76
Органы зрения	8,94	формальдегид	0,0268	8,94	100,0
Иммунная система	8,94	формальдегид	0,0268	8,94	100,0
ЦНС, почки, сердечно-сосудистая система, печень	0,03	фенол	0,0002	0,03	100,0
Процессы развития организма	0,0031	метанол	0,0125	0,0031	100,0
сценарий, близкий к реальному					
Органы дыхания	8,48	формальдегид	0,025	8,3	98,18
		аммиак	0,0088	0,10	1,04
		фенол	0,0001	0,03	0,20
		серы диоксид	0,0025	0,05	0,59
Органы зрения	8,3	формальдегид	0,025	8,3	100,0
Иммунная система	8,3	формальдегид	0,025	8,3	100,0
ЦНС, почки, сердечно-сосудистая система, печень	0,003	фенол	0,0002	0,03	100,0
Процессы развития организма	0,0025	метанол	0,010	0,0025	100,0

Как видно из представленных данных, расчеты позволяют прогнозировать недопустимые риски формирования поражений органов дыхания, функций слизистых глаза и иммунной системы. По прочим критическим органам и системам недопустимых рисков не прогнозируется.

Таблица 4.4 – Коэффициенты и индексы опасности при хроническом воздействии химических веществ, мигрирующих из совокупности строительных и отделочных материалов (жилые помещения домов серии В, расчет по данным исследований материалов в климатических камерах, температура 20°C)

Поражаемые органы и системы	Индекс опасности, HI	Факторы риска			
		Наименование примеси	Воздействующая концентрация, мг/м ³	Коэфф. опасности, HQ	Вклад в HI, %
Наихудший сценарий					
Органы дыхания	4,66	формальдегид	0,0118	3,94	84,55
		аммиак	0,0125	0,13	3,00
		фенол	0,0002	0,03	0,64
		ксилол	0,0142	0,14	3,0
		серы диоксид	0,0208	0,42	9,01
Органы зрения	3,94	формальдегид	0,0118	3,94	100
Иммунная система	3,94	формальдегид	0,0118	3,94	100
Центральная нервная система	0,17	фенол	0,0002	0,03	17,61
		ксилол	0,0142	0,14	82,16
		стирол	0,0004	0,0004	0,23
Репродуктивная, нейроэндокринная системы	0,08	дибутилфталат	0,0042	0,08	100,0
Процессы развития организма	0,18	дибутилфталат	0,0042	0,08	47,62
		метанол	0,3667	0,09	52,38
Почки	0,017	ксилол	0,0142	0,14	82,35
		фенол	0,0002	0,03	17,65
Сердечно-сосудистая система, печень	0,03	фенол	0,0002	0,03	100,0
Сценарий, близкий к реальному					
Органы дыхания	4,46	формальдегид	0,0117	3,89	83,48
		аммиак	0,01	0,1	2,15
		фенол	0,0002	0,03	0,64
		ксилол	0,0113	0,11	2,36
		серы диоксид	0,0167	0,33	7,08
Органы зрения	3,89	формальдегид	0,0117	3,89	100,0
Иммунная система	3,89	формальдегид	0,0117	3,89	100,0
Центральная нервная система	0,14	фенол	0,0002	0,03	21,38
		ксилол	0,0113	0,11	78,40
		стирол	0,0003	0,0003	0,21
Репродуктивная, нейроэндокринная системы	0,067	дибутилфталат	0,003	0,067	100,0
Процессы развития организма	0,14	дибутилфталат	0,003	0,067	47,62
		метанол	0,293	0,073	52,38
Почки	0,14	ксилол	0,0113	0,11	78,57
		фенол	0,0002	0,03	21,43

Постоянное проживание в жилых домах серии А сопровождается высокими рисками заболеваний органов дыхания, глаз и иммунной системы (на уровне $HI > 5.0$) даже при стандартных сценариях поведения людей, когда их пребывание внутри исследованных помещений составляет порядка 60% времени суток (16 часов). Вместе с тем, в собственном жилом помещении (доме) жители могут проводить до 80% времени [217-219]. Такой сценарий характерен для молодых матерей и их малолетних детей, для лиц преклонного возраста, для людей, занимающихся надомным трудом и т.п. Риски, выражаемые индексами опасности, для лиц, проживающих в исследованных сборно-каркасных домах серии В составляют по расчетам до 4,66 HI , что можно оценить как высокие.

Риски для жителей всех исследованных домов характеризовались общими закономерностями: максимальные и недопустимые риски формировались в отношении болезней органов дыхания, глаз и иммунной системы. Риски развития нарушений функций данных критически органов и систем превышали допустимый уровень для всех рассмотренных сценариев и колебались в диапазоне от 3,89 HI до 9,17 HI .

Основной вклад в риски для здоровья жителей во всех случаях формировал формальдегид. Его доля составляла от 76,61 до 97,92% для рисков в отношении болезней органов дыхания и до 100% для рисков в отношении слизистых глаз и иммунной системы.

Недопустимых неканцерогенных рисков формирования нарушений иных видов не выявлено.

Анализ вклада в риски для здоровья отдельных материалов показал, что основными источниками опасности и рисков являются материалы, из которых изготавливаются стеновые перегородки, основания для пола (ГКЛ, ЦСП) и изолирующие материалы (минеральная вата) (Рисунок 4.1). Там, где в значительных объемах при строительстве применяется клееная фанера, этот строительный материал, может формировать до 25% ингаляционных рисков для здоровья жителей (Рисунок 4.2).

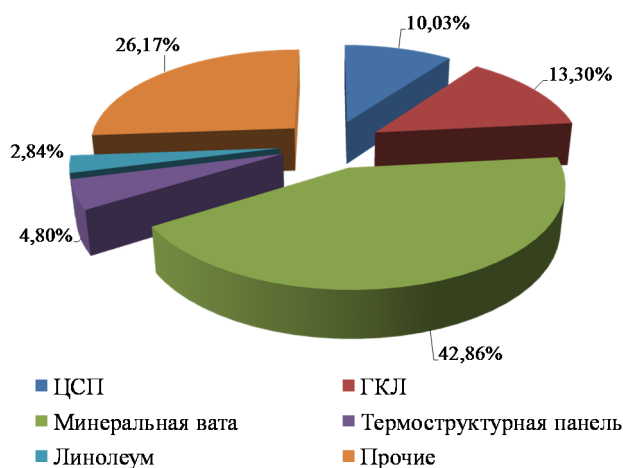


Рисунок 4.1 – Вклад отдельных строительных и отделочных материалов в формирование недопустимого риска нарушений функций органов дыхания у жителей сборно-каркасных домов (серия А)

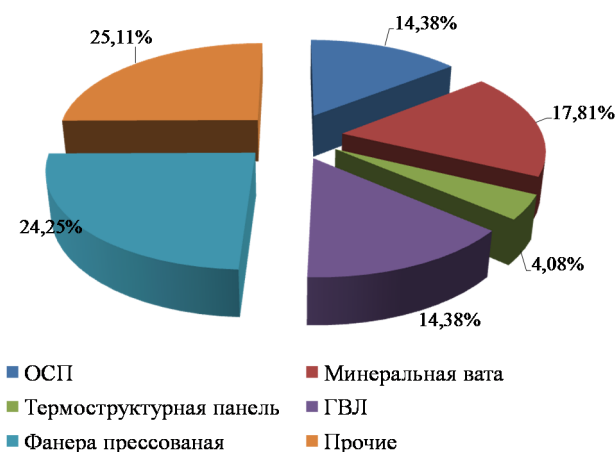


Рисунок 4.2 – Вклад отдельных строительных и отделочных материалов в формирование недопустимого риска нарушений функций органов дыхания у жителей сборно-каркасных домов (серия В)

В целом полученные результаты позволили доказать, что клееная фанера, древесностружечные материалы и изолирующая минеральная вата формируют в совокупности до 78,1% всех ингаляционных рисков, связанных со строительными и отделочными материалами. Линолеум, другие изолирующие элементы, прочие материалы не вносят значительных вкладов в риски для здоровья.

Полученные расчетные уровни рисков, полученные по результатам исследований материалов в климатических камерах, верифицировали оценками,

выполненными по результатам инструментальных измерений качества внутренней среды помещений.

4.2 Оценка риска здоровью населения в условиях проживания в сборно-каркасных домах по данным инструментальных исследований качества воздуха жилых помещений

Из всех исследованных примесей, присутствие которых могло быть связано с миграцией примесей из строительных и отделочных материалов, в воздухе жилых помещений были количественно определены формальдегид и ксилол. Ксилол в соответствии с Р. 2.1.10.–1920-04 не обладает канцерогенными свойствами, поэтому расчет канцерогенного риска был проведен только для формальдегида. Расчет острых и хронических неканцерогенных рисков был проведен только для формальдегида, в виду того, что ксилол, обладающий свойствами вызывать нарушения функций органов дыхания, влиять на центральную нервную систему и развитие организма в целом, формировал риски, которые характеризовались индексами опасности хронических воздействий не выше $0,1\text{H}\text{Q}_{\text{ст}}$. Вещество в дальнейшем не рассматривали как фактор риска для здоровья.

Оценка канцерогенного риска здоровью населения, постоянно проживающего в сборно-каркасных домах разных серий, показала, что в условиях, близких к реальным сценариям экспозиции, неприемлемые уровни риска формируются для жильцов строений серии С (Таблица 4.5).

Уровни риска при стандартном сценарии экспозиции достигали $1,03 \times 10^{-04}$ для взрослых, незначительно превышая верхнюю допустимую границу приемлемого интервала риска, для детей – до $9,66 \times 10^{-04}$ приближаясь к верхней допустимой границе. Следует отметить, что это риски, формируются только одним канцерогенным фактором и только при ингаляционном воздействии. Следовательно, в целом ситуацию следует оценивать как требующую особого внимания, особенно с ориентацией на принцип предосторожности.

Таблица 4.5 – Пожизненный канцерогенный риск для лиц, постоянно проживающих в сборно-каркасных домах исследованных конструкций (по данным инструментальных измерений уровня формальдегида в воздухе)

Показатель		Суточная многолетняя концентрация мг/м ³	Суточная многолетняя доза, мг/-кг-сутки	Средний уровень индивидуального канцерогенного риска	Характеристика риска
Население					
Наихудший сценарий					
Серия А	Дети	0,0499	$3,48 \times 10^{-03}$	$1,6 \times 10^{-04}$	Неприемлем
	Взрослые		$3,72 \times 10^{-03}$	$1,71 \times 10^{-04}$	Неприемлем
Серия В	Дети	0,0200	$1,41 \times 10^{-03}$	$6,49 \times 10^{-05}$	Приемлем
	Взрослые		$1,51 \times 10^{-04}$	$6,96 \times 10^{-05}$	Приемлем
Серия С	Дети	0,0745	$5,17 \times 10^{-03}$	$2,38 \times 10^{-04}$	Неприемлем
	Взрослые		$5,54 \times 10^{-03}$	$2,55 \times 10^{-04}$	Неприемлем
Серия D	Дети	0,0392	$2,74 \times 10^{-03}$	$1,26 \times 10^{-04}$	Неприемлем
	Взрослые		$2,93 \times 10^{-03}$	$1,35 \times 10^{-04}$	Неприемлем
Сценарий, близкий к реальному*					
Серия А	Дети	0,0318	$1,82 \times 10^{-03}$	$8,36 \times 10^{-05}$	Приемлем
	Взрослые		$1,95 \times 10^{-03}$	$8,96 \times 10^{-05}$	Приемлем
Серия С	Дети	0,037	$2,10 \times 10^{-03}$	$9,66 \times 10^{-05}$	Приемлем
	Взрослые		$2,26 \times 10^{-03}$	$1,04 \times 10^{-04}$	Неприемлем
Серия D	Дети	0,0232	$1,34 \times 10^{-03}$	$6,18 \times 10^{-05}$	Приемлем
	Взрослые		$1,44 \times 10^{-03}$	$6,62 \times 10^{-05}$	Приемлем

*Для домов серии В риск не рассчитывали, поскольку даже наихудший сценарий свидетельствовал об отсутствии неприемлемых рисков для здоровья

Сценарий наихудшей экспозиции, который представляется реальным для лиц пожилого возраста, больных, лиц, имеющих надомную работу и жителей некоторых иных категорий позволило сделать вывод, что неприемлемые риски могут формироваться для здоровья жителей большинства исследованных жилых домов серий А, С и D. Риски достигают уровней $2,55 \times 10^{-4}$, что характеризуется как уровень неприемлемый для населения .

Таким образом, канцерогенный риск для жителей сборно-каркасных домов находится в диапазоне, близком к верхней границе допустимого риска, превышая его в условиях принятой максимальной экспозиции (на уровне 95%-ого персентилля среднесуточных величин), а для домов серии С даже в условиях 95%-ных доверительных границ средних концентраций формальдегида в помещениях.

Полученные данные подтверждают корректность выполненных прогнозов (по данным исследований материалов в климатических камерах) и в целом

характеризуют риски как требующие постоянного мониторинга и разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий.

В результате оценки острых ингаляционных неканцерогенных рисков выраженных коэффициентами опасности (HQ_{ac}) было установлено, что в холодный период года недопустимые риски острых воздействий (случаи превышения референтной концентрации формальдегида, равной $0,048 \text{ мг/м}^3$) отмечены в 2 из 53 жилых помещений сборно-каркасных домов серии А (3,8%), кратность превышения – до $2,1HQ_{ac}$, домов серии С в 16,7% помещений (до $2,04 HQ_{ac}$), в домах серии В, D превышений референтного уровня не установлено.

В теплый период года формирование недопустимых рисков острых воздействий более вероятно. Так, неприемлемые риски острых воздействий отмечены в 17% помещений домов серии А (17 комнат из 72 обследованных, кратность превышения – до $4,2HQ_{ac}$); в 50% помещений домов серии С (до $2,3 HQ_{ac}$), и в 36,4% жилых помещений домов серии D (до $1,9HQ_{ac}$). Более высокие риски острых воздействий в летний период объяснялись тем, что летом температура вне помещений при измерениях достигала 30°C , что приводило к повышению температуры и внутри комнат, поскольку ни одно из исследованных помещений не имело систем кондиционирования. Как следствие, имело место возрастание скорости миграции формальдегида из полимерсодержащих материалов, что и подтверждалось натурными замерами.

Оценка хронического ингаляционного риска нарушения здоровья населения при воздействии формальдегида для каждого помещения показала, что превышение референтных концентраций ($Rfc - 0,003 \text{ мг/м}^3$) отмечено в 99,8% случаев.

Диапазон превышений референтного значения для хронического ингаляционного воздействия формальдегида составил при наихудшем сценарии для домов серии А – $1,58-27,56HQ_{cr}$, для домов серии В – $1,44-9,22HQ_{cr}$, для домов серии С – $1,34-23,11HQ_{cr}$, для домов серии D – $0,19-10,94HQ_{cr}$. При стандартном сценарии экспозиции, коэффициенты опасности хронического ингаляционного воздействия формальдегида составили – для домов серии А –

1,33-22,11HQ_{ср}, для домов серии В – 1,22-7,44 HQ_{ср}, для домов серии С – 1,12-18,56 HQ_{ср}, для домов серии D – 0,22-8,81 HQ_{ср}.

В приложении 6 приведены уровни загрязнения воздуха жилых помещений сборно-каркасных домов серии В,С,D формальдегидом и формируемые коэффициенты опасности хронического ингаляционного воздействия с учетом пребывания жителей в атмосферном воздухе (наихудший сценарий 4 часа в день, стандартный – 8 часов).

Таблица 4.6 – Уровень загрязнения воздуха жилых помещений формальдегидом и формируемые коэффициенты опасности хронического ингаляционного воздействия

Показатель/ серия	Воздействующая концентрация, мг/м ³				HQ _{ср} , мг/м ³			
	Среднее (m±sd)	25-ый перцентиль	50-ый перцентиль	75-ый перцентиль	Среднее (m±sd)	25-ый перцентиль	50-ый перцентиль	75-ый перцентиль
Наихудший сценарий								
Серия А	0,02±0,01260	0,012	0,017	0,025	6,66±4,19	3,99	5,15	7,79
Серия В	0,0107±0,0051	0,0077	0,0107	0,0143	3,57±1,71	2,55	3,25	4,78
Серия С	0,0226±0,0164	0,0143	0,0161	0,0235	7,55±5,48	4,78	5,36	7,83
Серия D	0,0120±0,0078	0,0052	0,0124	0,0156	3,99±2,62	1,75	4,13	5,19
Стандартный сценарий								
Серия А	0,0162±0,0101	0,0098	0,0126	0,0189	5,39±3,35	3,26	4,19	6,29
Серия В	0,0088±0,0041	0,0063	0,008	0,0117	2,92±1,37	2,11	2,67	3,89
Серия С	0,0184±0,0132	0,0117	0,0134	0,0190	6,12±4,39	3,89	4,48	6,33
Серия D	0,0098±0,0063	0,0044	0,0101	0,0127	3,27±2,09	1,46	3,37	4,22

Таким образом, ингаляционное воздействие формальдегида на уровнях, превышающие референтные, в течение жизни с высокой степенью вероятности может привести к возникновению нарушений здоровья населения со стороны органов дыхания, глаз, иммунной системы.

Риски возникновения острых неканцерогенных эффектов прогнозировались для жильцов примерно 8% помещений в холодный период года и для обитателей 28% помещений в теплый периоды года.

Оценка риска при воздействии химических примесей, выделяющихся из мебельной продукции выполнена на примере учреждений дошкольного и школьного образования и приведена в разделе 4.3

4.3 Оценка риска нарушения здоровья у детей, воспитывающихся и обучающихся в разных условиях загрязнения воздуха

В силу того, что в качестве объектов исследования были выбраны расположенные вне зон влияния промышленных загрязнений типовые городские образовательные учреждения и основные строительные конструкции выполнены из кирпича, бетона, принимали, что миграция летучих органических примесей строительных материалов минимальна. Предполагали, что риски, формируемые формальдегидом и иными летучими органическими примесями, являются следствием миграции веществ из мебели, прежде всего корпусной.

В приложении 7 приведены исходные данные для расчетов риска для детей, посещающих детские дошкольные учреждения. Установлено, что коэффициенты опасности хронических воздействий формальдегида при ингаляционном воздействии находились в диапазоне от 2,7-7,0 $NQ_{сг}$, медиана – 4,0 $NQ_{сг}$; бензола в диапазоне от 0,84-3,28 $NQ_{сг}$, медиана – 1,2 $NQ_{сг}$; фенола в диапазоне от 0,08-0,31 $NQ_{сг}$, медиана – 0,15 $NQ_{сг}$. В таблице 4.7 представлены обобщённые данные об уровнях содержания химических примесей в воздухе помещений дошкольных учреждения с разной насыщенностью полимерсодержащей мебельной продукцией.

Таблица 4.7 – Параметры содержания химических примесей в воздухе помещений дошкольных учреждения с разной насыщенностью полимерсодержащей мебельной продукцией

Насыщенность помещений полимерсодержащей мебелью $м^2/м^3$	Формальдегид, $мг/м^3$		Бензол, $мг/м^3$	
	50-ый перцентиль	95-ый перцентиль	50-ый перцентиль	95-ый перцентиль
До 0,5 $м^2/м^3$	0,009	0,011	0,017	0,041
0,5-1,0 $м^2/м^3$	0,012	0,021	0,027	0,057
Свыше 1,0 $м^2/м^3$	0,015	0,024	0,028	0,07

В таблице 4.8 приведены показатели, характеризующие через индексы опасности хронические риски для здоровья детей, пребывающих в детских образовательных учреждениях до 12 часов в день 5 дней в неделю.

Таблица 4.8 – Индексы опасности нарушения здоровья детей, посещающих дошкольные учреждения с разной насыщенностью полимерсодержащей мебельной продукцией

Насыщенность помещений полимерсодержащей мебелью м ² /м ³	Иммунная система		Органы дыхания	
	Сценарий экспозиции, близкий к реальному	Наихудший сценарий экспозиции	Сценарий экспозиции, близкий к реальному	Наихудший сценарий экспозиции
До 0,5 м ² /м ³	4,28	4,32	3,53	3,58
0,5-1,0 м ² /м ³	5,32	6,12	4,25	5,02
Свыше 1,0 м ² /м ³	5,40	6,20	4,45	5,00

Даже для экспозиции на уровне 25%-ого персентиля риски оцениваются как недопустимые. Порядка 92-100% вклада вносит формальдегид.

Для иммунной системы индексы опасности прогнозируются на уровне – 3,9-8,8НІ, порядка 61,00-87,13% вклада вносит формальдегид, для центральной нервной и сердечно-сосудистой систем прогнозируются на уровне не выше допустимых.

Оценка канцерогенного риска для детей, посещающих дошкольные учреждения, показала, что индивидуальный канцерогенный риск, формируемый ингаляционным воздействием формальдегида составил в среднем по дошкольным учреждениям – $3,41 \times 10^{-5}$, для бензола – $4,53 \times 10^{-5}$ и оценивался как приемлемый (Приложение 7).

Оценка неканцерогенного риска здоровью детей, обучающихся в начальных классах общеобразовательных учреждений, показала, что коэффициенты опасности, характеризующие вероятность хронических негативных эффектов в состоянии здоровья достигали уровня 6,43НQ_{cr}. Индексы опасности при хроническом ингаляционном воздействии на иммунную систему на уровне 4,86-6,83НІ, что превышало приемлемый уровень (НІ>1) (Таблица 4.9).

Оценка канцерогенного риска показала, что ситуацию можно оценить как благоприятную общий канцерогенный риск при ингаляционном воздействии формальдегида и бензола на детей находится на приемлемом уровне в диапазоне от $1,92 \times 10^{-05}$ до $4,54 \times 10^{-05}$ (Таблица 4.9).

Таблица 4.9 – Параметры неканцерогенного и канцерогенного риска при ингаляционном воздействии формальдегида и бензола на детей, посещающих классы общеобразовательных учреждений

Помещения		Суточная многолетняя концентрация, мг/м ³		Коэффициенты опасности (HQ)*		Средняя суточная доза, мг/(кг*день)		Индивидуальный канцерогенный риск	
		Формальдегид	Бензол	Формальдегид	Бензол	Формальдегид	Бензол	Формальдегид	Бензол
Школа	8	0,015	0,012	5,02	0,40	$6,4 \times 10^{-04}$	$4,8 \times 10^{-04}$	$2,9 \times 10^{-05}$	$1,3 \times 10^{-05}$
	9	0,013	0,013	4,44	0,42	$6,8 \times 10^{-04}$	$5,1 \times 10^{-04}$	$3,1 \times 10^{-05}$	$1,4 \times 10^{-05}$
	2	0,014	0,012	4,60	0,39	$5,9 \times 10^{-04}$	$4,8 \times 10^{-04}$	$2,7 \times 10^{-05}$	$1,3 \times 10^{-05}$
Лицей	4	0,018	0,012	5,78	0,38	$7,1 \times 10^{-04}$	$4,7 \times 10^{-04}$	$3,3 \times 10^{-05}$	$1,7 \times 10^{-05}$
	5	0,019	0,012	6,43	0,40	$3,2 \times 10^{-04}$	$1,7 \times 10^{-04}$	$1,8 \times 10^{-05}$	$4,5 \times 10^{-05}$

Полученные данные позволяют выполнять прогнозную оценку риска, моделируя сценарии экспозиции человека со времени от рождения до определенного возраста. К примеру:

– проживание с первого дня до 3 лет в сборно-каркасном доме серии А (здесь и далее для расчета приняты помещения со средним уровнем концентрации формальдегида), построенном на удалении от промышленных территорий (20 часов в помещении, 4 часа прогулки): среднегодовой хронический риск возникновения, к примеру, нарушений функций органов дыхания характеризуется величиной 5,15НІ;

– с 3 до 7 лет, проживание по тому же адресу, посещение детского сада на этой же территории (14 часов дома, 2 часа прогулки вне детского сада, 6 часов в помещении дошкольного учреждения, 2 часа прогулки в детском саду) – риск формируется на уровне 6,05НІ;

– с 7 до 18 лет – проживание по тому же адресу, посещение школы (16 часов дома, 6 часов в школе, 2 часа прогулок) – риск возрастает до 11,07НІ.

Таким образом, постоянный контакт с веществами, которые формируют внутреннюю среду помещений, прежде всего с формальдегидом, приводит к недопустимым рискам, в том числе канцерогенным, которые потенциально могут нарастать со временем.

Риски нарушения здоровья у жителей быстровозводимых сборно-каркасных домов характеризуются уровнями до 7-8НІ при хроническом воздействии, что оценивается как неприемлемые риски. Пожизненный канцерогенный риск характеризуется величиной $1,4 \times 10^{-4}$ и также оценивается как неприемлемый.

Мебель, изготовленная из полимерсодержащих материалов, является дополнительным фактором риска для здоровья. Выявлено, что насыщенность помещений полимерсодержащей мебелью в ряде ДОУ достигает величин $1,7 \text{ м}^2/\text{м}^3$, риски хронических негативных воздействий достигают 5НІ.

Постоянный контакт с веществами, которые мигрируют из полимерсодержащих материалов и формируют внутреннюю среду помещений, прежде всего с формальдегидом, приводит к недопустимым рискам, в том числе канцерогенным, которые потенциально могут нарастать со временем.

Полученные величины рисков, которые в большинстве случаев характеризовались как «недопустимые», сделали крайне целесообразной оценку степени реализации этих рисков. Под реализацией рисков понимали наличие свершившихся фактов полного или частичного ущерба здоровью, выразившихся в нарушениях здоровья различной тяжести у экспонированных лиц. Результаты углубленных медико-биологических исследований, которые были выполнены в отношении как жителей описанных сборно-каркасных домов, так и детей, посещавших обследованные детские образовательные учреждения, приведены в следующей главе.

Глава 5. ОЦЕНКА РЕАЛИЗАЦИИ РИСКОВ ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ УГЛУБЛЕННЫМИ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИМИ ИССЛЕДОВАНИЯМИ

5.1 Оценка реализации рисков здоровью жителей сборно-каркасных домов

В силу того, что оценивали реализацию рисков конкретных примесей, которые были идентифицированы в воздухе помещений, представлялось целесообразным получить доказательства экспозиции методами химико-аналитического количественного анализа биологических сред экспонированных групп населения, и групп сравнения.

Идентификация химических примесей в крови детей и взрослых показала, что у жителей сборно-каркасных домов в сравнении с показателями лиц, проживающих в условиях отсутствия контакта с большим количеством полимерсодержащих строительных и отделочных материалов, уровни формальдегида в крови достоверно различаются (Таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Концентрации формальдегида в крови обследованных жителей сборно-каркасных домов и лиц из группы сравнения, в мг/м³

Население	Среднее содержание в крови, мг/дм ³		Кратность превышения уровня сравнения	Достоверность различий (p)
	Группа наблюдения M±μ	Группа сравнения M±μ		
Детское население	0,0127±0,0012	0,0041±0,0004	2,54	0,001
Взрослое население	0,0146±0,0019	0,0019±0,0002	7,68	0,001

Повышенные уровни формальдегида в крови экспонированных лиц рассматривали как доказательство постоянного контакта людей с опасным фактором. Предполагали, что присутствие формальдегида в таких концентрациях воздухе и в крови может формировать ряд нарушений биохимических и

иммунологических показателей организма, адекватных токсикологическому профилю данной примеси [94, 220].

В полном соответствии с токсическими свойствами вещества результаты исследования гематологических показателей лиц, проживающих в сборно-каркасных домах, показали большую выраженность реакций иммунозависимого и неспецифического воспаления по сравнению с группой сравнения (Таблица 5.2).

Таблица 5.2 – Результаты исследования гематологических показателей крови обследованных пациентов групп наблюдения и сравнения

Показатель	Группа наблюдения		Группа сравнения		Достоверность различий, (p<0,05)	
	дети, М±μ	взрослые, М±μ	дети М±μ	взрослые М±μ	дети М±μ	взрослые М±μ
Реакции, характеризующие наличие иммунозависимого воспаления						
IgE специфичный к формальдегиду, МЕ/см ³	1,14±0,36	-*	0,746±0,28	-*	0,036	-*
Эозинофильно-лимфоцитарный индекс, у.е.	0,095±0,0038	0,1±0,013	0,074±0,0081	0,071±0,015	0,001	0,003
Эозинофилы, %	4,53±0,59	3,75±0,37	3,63±0,43	2,63±0,38	0,013	0,001
Моноциты, %	9,0±0,59	8,29±0,43	6,25±0,25	6,37±0,46	0,000	0,001
Реакции, характеризующие наличие неспецифического воспаления						
Лимфоциты, %	38,33±2,91	36,16±1,64	40,39±1,89	31,43±1,78	0,22	0,001
Лейкоциты, %	7,12±1,00	6,37±0,56	7,69±0,31	6,29±0,42	0,56	0,81
Палочкоядерные нейтрофилы, %	1,23±0,22	1,38±0,17	1,29±0,14	1,09±0,11	0,67	0,005

* – не измерялся

У детей группы наблюдения отмечены достоверно более высокие относительно группы сравнения показатели: эозинофильно-лейкоцитарного индекса в 1,3 раза (p=0,001), относительного числа эозинофилов в 1,2 раза (p=0,013), уровня IgE специфичного к формальдегиду в 1,5 раза (p=0,036), содержания моноцитов в крови в 1,4 раза (p=0,001).

У взрослого населения до 45 лет группы наблюдения отмечены достоверно более высокие относительно группы сравнения показатели эозинофильно-лимфоцитарного индекса в 1,4 раза (p=0,003), уровня относительного числа

эозинофилов в 1,4 раза ($p=0,001$), содержания моноцитов в крови в 1,3 раза ($p=0,001$).

Установлено, что у лиц группы наблюдения старше 45 лет были зарегистрированы достоверно более высокие относительно физиологической нормы показатели: эозинофильно-лейкоцитарного индекса в 4,3 раза ($p=0,001$), уровня Ig E общего в 1,9 раза ($p=0,009$), содержания моноцитов в крови в 1,2 раза ($p=0,001$). У 35,48% лиц старше 45 лет был отмечен уровень относительного числа эозинофилов в 1,2 раза достоверно превышающий показатель физиологической нормы ($p=0,002$) (Таблица 5.3).

Таблица 5.3 – Результаты исследования гематологических показателей крови взрослого населения старше 45 лет группы наблюдения (сравнение с физиологической нормой для соответствующей возрастной категории)

Показатель	Группа наблюдения	Частота регистрации проб с отклонением от физиологической нормы, %		Физиологическая норма	Достоверность различий, $p<0,05$	Достоверность различий по кратностям превышения нормы, $p<0,05$
		ныше	ниже			
Реакции, характеризующие наличие иммунозависимого воспаления						
IgE общий, ME/см ³	96,42±46,29	35,71	0,00	0,00-49,90	0,009	0,018
Эозинофильно-лимфоцитарный индекс, у.е.	0,09±0,02	96,77	0,00	0,015-0,02	0,001	0,001
Эозинофилы, %	2,97±0,43	35,48	0,00	0,50-3,00	>0,05	0,002
Моноциты, %	7,45±0,57	100,0	0,00	3,00-4,00	0,001	0,001
Реакции, характеризующие наличие неспецифического воспаления						
Лейкоциты, %	7,60±0,94	29,03	3,23	4,00-9,00	>0,05	0,016
Сегментоядерные нейтрофилы, %	56,00±2,73	48,39	12,90	47,00-56,00	>0,05	0,005
СОЭ, мм/час	18,35±4,26	41,94	0,00	3,00-20,00	>0,05	0,003

Оценка показателей, характеризующих наличие реакций неспецифического воспаления в организме взрослых жителей в возрасте до 45 лет, показала, что в группе наблюдения отмечено достоверно более

высокое содержание лимфоцитов в крови относительно группы сравнения в 1,2 раза ($p=0,001$). У лиц группы наблюдения старше 45 лет установлен повышенный относительно физиологической нормы уровень лейкоцитов в крови в 29,03% случаев ($p=0,016$), сегментоядерных нейтрофилов в 48,39% случаев ($p=0,005$), повышенный уровень СОЭ в 41,49% случаев ($p=0,003$).

Результаты биохимического и общего анализа крови обследованных лиц показали, что в целом у жителей домов с повышенным уровнем формальдегида в помещениях зарегистрирована неспецифическая сенсibilизация и воспалительные реакции организма, проявляющиеся повышенным содержанием в крови лейкоцитов, лимфоцитов, моноцитов, увеличением скорости оседания эритроцитов, эозинофилов, увеличением эозинофильно-лимфоцитарного индекса.

Результаты иммунологического диагностического обследования позволили установить, что у 15% обследованных детей, 17% взрослых в возрасте до 45 лет и 11% взрослых в возрасте старше 45 лет из групп наблюдения при оценке стимулированных формальдегидом цитокинов выявлен повышенный уровень индуцированного интерлейкина-10. Этот цитокин в цепочке иммунного ответа на антиген одним из первых индуцируется и вызывает активацию Т-хелперов 2 типа, которые отвечают за синтез специфических иммуноглобулинов. Таким образом, у обследованных лиц группы наблюдения можно ожидать при продолжающемся воздействии на их организм гаптена ответной реакции в форме синтеза специфических иммуноглобулинов (Таблица 5.4).

Таблица 5.4 – Анализ результатов иммунологического обследования населения групп наблюдения

Показатель	Среднее значение ($M \pm \mu$)	Частота регистрации проб с отклонением от физ. нормы, %	
		выше	ниже
Интерлейкин-10, стимулированный формальдегидом, пг/мл (дети)	130,46 \pm 75,37	15,0	0,0

Продолжение таблицы 5.4

Показатель	Среднее значение (M±μ)	Частота регистрации проб с отклонением от физ. нормы, %	
		выше	ниже
Интерлейкин-10, стимулированный формальдегидом, пг/мл (взрослые до 45 лет)	192,5±94,67	17,24	0,0
Интерлейкин-10, стимулированный формальдегидом, пг/мл (взрослые старше 45 лет)	121,31±54,59	10,71	0,0

У лиц группы сравнения отсутствовал повышенный уровень интерлейкинов, индуцированных формальдегидом.

Таким образом, результаты иммунологического исследования свидетельствуют о ранних активационных изменениях иммунного ответа на формальдегид, заключающиеся в повышенной активации ИЛ-10 в функциональных пробах, а также в повышении специфичного к формальдегиду иммуноглобулина Е у детского населения группы наблюдения.

Сравнительная оценка результатов риноманометрии показала, что у детей группы наблюдения параметры суммарного воздушного потока ($357,92 \pm 49,38$ см³/сек) были достоверно ниже уровня группы сравнения ($529,3 \pm 63,91$ см³/сек). Помимо этого, показатели объема воздушного потока правых и левых отделов носа на вдохе и выдохе были достоверно хуже аналогичных показателей детей группы сравнения (Таблица 5.5.).

Таблица 5.5 – Показатели риноманометрии правых и левых отделов носа у детей группы наблюдения и группы сравнения, см³/сек

Показатель	Группа наблюдения	Группа сравнения	Достоверность различий, p<0,05
exp_left	99,33±35,34	116,48±19,81	<0,05
exp_rigth	86,88±48,12	158,38±25,51	<0,05
insp_left	82,76±16,29	108,58±20,15	<0,05
insp_rigth	94,95±39,52	145,86±23,67	<0,05
summ_left	176,09±39,59	225,06±38,97	<0,05
summ_rigth	181,83±79,48	304,25±48,30	<0,05
summ_flow	357,92±99,38	529,30±63,91	<0,05

В целом показатели риноманометрии свидетельствовали о нарушении функции носового дыхания у экспонированных детей.

Результаты спирографии свидетельствовали, что средние показатели объемных скоростей находились у детей и взрослых до 45 лет в основном в пределах физиологических поло-возрастных значений, однако на уровне крупных бронхов составляли $PeF=110,22\pm 13,24\%$ и $PeF=151,01\pm 27,53\%$ соответственно, и были достоверно ниже соответствующих показателей группы сравнения $PeF=165,46\pm 17,28\%$ и $PeF=113,35\pm 15,23\%$ соответственно ($p<0,05$).

Результаты лабораторных исследований были приняты во внимание при проведении углубленных обследований состояния здоровья лиц групп наблюдения и сравнения и постановке основного и сопутствующих диагнозов заболеваний.

Поскольку недопустимые риски, формируемые воздействием химических примесей, мигрирующих из полимерсодержащих материалов, были установлены в отношении болезней органов дыхания, иммунной систем, слизистых, оценивали реализацию рисков именно в отношении данных видов заболеваний.

Результаты углубленного обследования состояния здоровья населения групп наблюдения и сравнения, выполненного сотрудниками клинического отдела ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» в рамках поперечного эпидемиологического исследования, позволили выявить следующее: у детей группы наблюдения частота заболеваний органов дыхания в сравнении с группой сравнения имеет выраженную тенденцию к более высокому уровню в целом по классу «Болезни органов дыхания» (J00-J99) и по ряду отдельных нозологий этого класса (Таблица 5.6.).

Таблица 5.6 – Показатели частоты заболеваний органов дыхания у детей (по данным углубленного обследования состояния здоровья)

Класс заболевания	Группа наблюдения, сл./100 детей	Группа сравнения, сл./100 детей	RR /доверительные интервалы
	n=24	n=46	
Болезни органов дыхания (J00-J99), в том числе	0,83	0,75	1,11/ 0,86-1,39

Продолжение таблицы 5.6

Класс заболевания	Группа наблюдения, сл./100 детей	Группа сравнения, сл./100 детей	RR /доверительные интервалы
	n=24	n=24	
другие болезни верхних дыхательных путей (J 39.8)	0,333	0,261	1,28/ 0,61-2,69
назофарингит (J 00.0)	0,375	0,326	1,22 /0,59-2,23
хронический ринит (J31.0)	0,125	0,087	1,4/ 0,35-5,9
хронический тонзиллит (J 35.0)	0,167	0,065	2,6/ 0,62-10,5

Относительные риски возникновения у детей сборно-каркасных домов болезней верхних дыхательных путей (J39.8), назофарингитов (J31.1), хронических ринитов (J31.0) и тонзиллитов (J 35.0) превышают 1,0, что свидетельствует о том, что фактор проживания в сборно-каркасных домах повышает частоту заболеваний, но статистически значимым это повышение не является ($p > 0,05$). Однако, следует принять во внимание недостаточно большую численность обследованного контингента (24 человека) и недостаточно большой период воздействия фактора (1,5-3 года). Тем не менее, полученные результаты позволяют оценивать ситуацию как неблагоприятную, требующую дальнейшего наблюдения и разработки мер по предотвращению ее развития.

То, что реализация рисков для органов дыхания может иметь неблагоприятное развитие, свидетельствуют данные по сравнительной частоте заболеваний органов дыхания у взрослых, постоянно проживающих в сборно-каркасных домах. У взрослого населения в достоверно чаще регистрировались заболевания органов дыхания (30,6 против 6,1 случаев на 100 обследованных в группе сравнения) ($p = 0,01$). Проживание в сборно-каркасных домах увеличивало до 5 раз риск развития заболеваний органов дыхания ($RR = 5,0$; $DI = 1,2-21,1$; $p < 0,05$) (Таблица 5.7).

Таблица 5.7 – Показатели частоты заболеваний органов дыхания у взрослых (по данным углубленного обследования состояния здоровья)

Класс заболевания	Группа наблюдения, сл./100 чел.	Группа сравнения, сл./100 чел.	Достоверность различий, $p < 0,05$
	n=36	N=33	
Болезни органов дыхания (J00-J99), в том числе	0,3056	0,0606	0,01
хронический бронхит неуточненный (J 42)	0,055	0,0	0,27
острый назофарингит	0,083	0,0	0,14
хронический ринит (J31.0)	0,166	0,0	0,52
хронический тонзиллит (J 35.0)	0,083	0,0	0,14

У взрослого населения до 45 лет, проживающего в сборно-каркасных домах, в структуре выявленной патологии органов дыхания доминировали хронические воспалительные заболевания рото- и носоглотки – хронический ринит (J31.0), тонзиллит (J35.0), в то время как в группе сравнения аналогичных патологий органов дыхания выявлено не было.

По прочим классам заболеваний за исключением болезней кожи и подкожной клетчатки, достоверных отличий между группами наблюдения и сравнения выявлено не было. Частота болезней кожи у жителей сборно-каркасных домов составляла по данным углубленных обследований порядка 36,8%, тогда как в группе сравнения этот показатель составлял 15,2 % ($p < 0,05$). Болезни кожи и подкожной клетчатки у жителей сборно-каркасных домов в основном были представлены атопическими дерматитами (L20.8; L30.8). Принимая во внимание сенсibiliзирующие свойства формальдегида, предполагали участие этого вещества в формировании выявленных болезней кожи у экспонированных жителей.

Полученные результаты врачебного обследования населения, проживающего в сборно-каркасных домах, удовлетворительно корреспондировались с данными фонда обязательного медицинского страхования по обращаемости населения сборно-каркасных домов за медицинской помощью. Так, сравнительный анализ заболеваемости жителей сборно-каркасных домов до

заселения и 3 года проживания показал, что через 2 года после заселения у детей в возрасте 5-12 лет заболевания органов дыхания регистрировались на уровне 0,82 сл./1 застрахованного, что было в 2,5 раза чаще, чем до заселения и в первый год после заселения (0,36 сл./ 1 застрахованного) ($p=0,01$).

У взрослых достоверных различий в заболеваемости до переселения в сборно-каркасные дома в сравнении с проживанием в последующие годы по данным обращаемости за медицинской помощью не выявлено. Соотнесение уровня обращаемости за медицинской помощью с результатами углубленных обследований состояния здоровья взрослых свидетельствуют о недостаточном обращении взрослых за лечением при нарушениях здоровья и существенно более высоком уровне фактической заболеваемости над регистрируемой.

5.2. Верификация реализации рисков здоровью детей, посещающих дошкольные учреждения, углубленными медико-биологическими исследованиями

Близкие по основным результатам данные были получены и при оценке реализации рисков здоровью детей, посещающих дошкольные учреждения с повышенным уровнем загрязнения внутренней среды помещений продуктами миграции из ПСМ.

При обследовании детей дошкольных учреждений применяли неинвазивные методы отбора биосред и в качестве маркеров экспозиции рассматривали концентрации формальдегида в моче. По данным литературы, содержание формальдегида [220] и бензола [221] в моче может рассматриваться в качестве биомаркера вредного воздействия факторов внешней среды.

У детей из группы наблюдения формальдегид в моче регистрировали на уровне $0,024 \pm 0,008$ мг/дм³ ($n=38$) при показателе в группе сравнения ($n=29$) $0,014 \pm 0,003$ мг/дм³ ($p=0,03$). Следует отметить, что кроме формальдегида у детей из группы наблюдения регистрировали в моче и бензол на уровнях достоверно

более высоких, чем в группе сравнения: $0,0105 \pm 0,0031$ и $0,0004 \pm 0,00004$ мг/дм³ соответственно (n=46; n=39; p=0,001). Последнее является дополнительным подтверждением загрязнения среды обитания детей ДООУ, в котором была обследована группа наблюдения.

При углубленных обследованиях у экспонированных дошкольников выявлена большая выраженность неспецифической сенсибилизации организма, по сравнению с группой сравнения. Установлены более высокие, по сравнению с группой сравнения, показатели уровня относительного и абсолютного числа эозинофилов в 1,4 раза (p=0,01) и в 1,3 раза (p=0,04) соответственно, эозинофильно-лимфоцитарного индекса в 1,3 раза (p=0,04) (Таблица 5.8).

У детей группы наблюдения и сравнения отмечено снижение активности антиоксидантной системы организма: показатель антиоксидантной активности плазмы крови достоверно ниже группы сравнения в 1,12 раза (p=0,01). У детей обеих групп детей отмечена повышенная активность процессов перекисного окисления липидов, у детей группы наблюдения отмечено достоверно более высокое содержание малонового диальдегида плазмы крови по сравнению с группой сравнения.

Таблица 5.8 – Сравнительный анализ лабораторных показателей крови группы наблюдения и группы сравнения

Показатель	Группа наблюдения	Группа сравнения	Межгрупповое различие по средним (p)
Эозинофилы, %	$4,56 \pm 0,82$	$3,59 \pm 0,42$	0,04
Абсолютное число эозинофилов, шт.	$331,9 \pm 65,71$	$232,85 \pm 34,01$	0,01
Эозинофильно-лимфоцитарный индекс, у.е.	$0,13 \pm 0,04$	$0,08 \pm 0,01$	0,02
Антиоксидантная активность плазмы крови, %	$29,21 \pm 1,72$	$32,09 \pm 1,47$	0,01
Малоновый диальдегид плазмы, мкмоль/куб.см	$3,15 \pm 0,2$	$2,75 \pm 0,15$	0,00
IgE общий, МЕ/куб.см	$192,3 \pm 68,74$	$98,39 \pm 55,58$	0,04

Анализ иммунного статуса детей групп наблюдения и сравнения показал, что показатели большей части основных субпопуляций Т- и В-лимфоцитов,

соответствовали физиологической норме. Межгрупповых различий по уровню CD15+CD16+-лимфоциты; CB19+-лимфоциты, CD3+CD8+-лимфоциты, CD16+CD56+-лимфоциты, CD3+CD95+-лимфоциты не выявлено. Вместе с тем, у детей из группы наблюдения был зафиксирован достоверно более низкий уровень относительного количества CD3+-лимфоцитов ($67,00 \pm 3,92\%$), CD3+CD4+ лимфоцитов ($31,2 \pm 3,72\%$); CD3+CD25+-лимфоциты ($4,36 \pm 0,62\%$), чем в группе сравнения (Таблица 5.9). Данные являются свидетельством более низкой активности иммунокомпетентных клеток у экспонированных лиц.

Таблица 5.9 – Сравнительный анализ среднегрупповых иммунологических показателей у обследованных детей группы наблюдения и сравнения

Показатель	Физиологическая норма	Группа наблюдения	Группа сравнения	Межгрупповое различие по средним (p)
CD3+-лимфоциты, отн., %	55-84	$67,00 \pm 3,92$	$72,38 \pm 2,28$	0,03
CD3+CD25+-лимфоциты, отн., %	5-12	$4,36 \pm 0,62$	$5,42 \pm 0,69$	0,02
CD3+CD4+ лимфоциты, отн., %	31-60	$31,20 \pm 3,72$	$36,17 \pm 2,71$	0,025
IgM, г/дм ³	1,4-1,82	$0,92 \pm 0,04$	$1,11 \pm 0,1$	0,03
IgA, г/дм ³	0,98-1,12	$1,17 \pm 0,06$	$1,29 \pm 0,08$	0,017
IgG, г/дм ³	9,13-10,75	$7,94 \pm 1,18$	$8,69 \pm 0,41$	0,04

Установлено, что у детей группы наблюдения активность В-лимфоцитарного звена иммунного ответа была менее выражена, чем у группы сравнения, что проявляется более низким уровнем продукции иммуноглобулинов классов А, М и G у детей из группы наблюдения в 1,1-1,2 раза ($p=0,017-0,04$).

В целом результаты иммунологического исследования детей группы наблюдения свидетельствуют о более низкой активности клеточного и гуморального звена иммунного ответа по сравнению с группой сравнения.

Сравнительный анализ частоты заболеваний у детей показал, что достоверных отличий в частоте выявленных заболеваний у детей из дошкольных учреждений с повышенной насыщенностью мебелью из ПСМ и групп сравнения

(дошкольное учреждение с минимальной насыщенностью ПСМ) не выявлено (Таблица 5.10).

Таблица 5.10 – Показатели заболеваемости детей по результатам углубленного обследования состояния здоровья

Класс болезни	Группа наблюдения, %	Группа сравнения, %	Достоверность различий, $p < 0,05$
Болезни органов дыхания (J00-99), в том числе:	51,0	39,0	0,25
хронические риниты (J31.0)	14,3	9,7	0,21
болезни кожи и подкожной клетчатки (L00-L99)	8,16	7,32	0,22

Вместе с тем, именно в отношении классов заболеваний, являющихся критическими при воздействии исследуемых факторов, отмечены тенденции к повышению частоты болезней. Относительный риск развития заболеваний органов дыхания у детей группы наблюдения в 1,6 раза выше, чем у детей группы сравнения (RR = 1,6 раза, ДИ: 0,8-2,1), риск развития заболеваний кожи и подкожной клетчатки у детей группы наблюдения в 1,12 раза выше, чем у группы сравнения (RR = 1,12 раза, ДИ: 0,26-4,7). Статистически значимым разницей не является ($p > 0,05$), но позволяет сделать вывод о вероятном увеличении исходов при воздействии изучаемых факторов опасности.

В целом полученные результаты свидетельствуют, что у детей, постоянно посещающих дошкольные учреждения с высокой насыщенностью мебельной продукцией из полимерсодержащих материалов:

- регистрируются более высокие уровни контаминация биосред химическими примесями, присутствующими в воздухе, по сравнению с группой сравнения;
- установлены донозологические изменения состояния здоровья, проявляющиеся в более выраженных изменениях, по сравнению с группой сравнения, процессов неспецифической сенсibilизации организма, а также

снижение активности антиоксидантной системы организма, иммунной систем организма.

– выражена тенденция к более высокой частоте ряда поражений органов дыхания, болезней глаза, кожи и подкожной клетчатки.

В целом, результаты медико-биологических исследований состояния здоровья населения в условиях хронического ингаляционного воздействия формальдегида, выделяющегося из строительных, отделочных материалов или мебели с полимерсодержащим компонентом, свидетельствуют о наличии функциональных отклонений со стороны органов дыхания, наличия реакций иммунозависимого и неспецифического воспаления в организме, снижение функций иммунной системы организма.

5.3. Построение модели нарастания риска формирования нарушений здоровья при хроническом ингаляционном воздействии формальдегида

На основе результатов углубленных медико-биологических исследований состояния здоровья населения, проживающего в разных условиях ингаляционной экспозиции формальдегидом, присутствующим в воздухе жилых помещений (диапазон концентраций 0,011-0,032 мг/м³), были получены 3 логистических зависимости, описывающих повышения уровня заболеваемости населения при повышении концентрации формальдегида в воздухе ($R^2=0,023\div 0,87$, $p<0,05$) (Таблица 5.11).

Таблица 5.11 – Параметры зависимостей, описывающих повышения уровня заболеваемости населения при повышении концентрации формальдегида в воздухе

Заболевание	Тип модели: $y = \frac{1}{1+e^{-(b_0+b_1 \times X)}}$	Коэффициент детерминации R^2	Достоверность модели $p < 0,05$
Острая инфекция верхних дыхательных путей неуточненная	$y = \frac{1}{1 + e^{-(-12,892 + 654,889 \times X)}}$	0,86	0,014
Болезни органов дыхания	$y = \frac{1}{1 + e^{-(-1.622 + 77,135 \times X)}}$	0,406	0,013

Заболевание	Тип модели: $y = \frac{1}{1+e^{-(b_0+b_1 \times X)}}$	Коэффициент детерминации R^2	Достоверность модели $p < 0,05$
Болезни кожи и подкожной клетчатки	$y = \frac{1}{1 + e^{-(-3.334+81,152 \times X)}}$	0,394	0,001

Полученные и подтвержденные углубленными исследованиями состояния здоровья населения парные зависимости позволили построить модель эволюции дополнительного риска нарушения функций органов дыхания у жителей под воздействием формальдегида. Зависимость представлена уравнением (5.1)

$$R_{t+1} = g \times \left(R_t + 0.0245 \times R_t + 0.00473 \times \left\langle \frac{1}{1+e^{-(-1.622+77.135 \times X)}} - \frac{1}{1+e^{-(-1.622+77.135 \times K)}} \right\rangle \right) \quad (5.1)$$

где $R_{(t+1)}$ – риск нарушений дыхательной системы в момент времени t+1;

g – тяжесть нарушений здоровья при заболеваниях органов дыхания;

R_t – риск нарушений дыхательной системы в момент времени t;

X – среднегодовая концентрация формальдегида в воздухе помещений, мг/м³;

K – недействующая концентрация формальдегида, мг/м³.

В качестве тяжести нарушения принимали величину, рекомендуемую Всемирной Организацией Здравоохранения для болезней верхних дыхательных путей ($g=0,07$) [205]. Это позволило привести получаемую величину риска в диапазон, сопоставимый с рисками тяжелого заболевания или смерти и в дальнейшем использовать стандартные критерии характеристики риска [167]. Риск считали приемлемым, если он составлял не более 1×10^{-4} . Превышение данного уровня рассматривали как ситуацию недопустимого риска.

Использование полученной математической модели дало возможность прогнозировать и оценивать дополнительный неканцерогенный риск, формируемый здоровью людей, находящихся под воздействием формальдегида (Таблица 5.12).

Таблица 5.12 – Прогнозируемый дополнительный риск заболеваний органов дыхания при хроническом ингаляционном воздействии формальдегида

Возраст, лет	Дополнительный риск формирования болезней органов дыхания при постоянной пожизненной среднесуточной экспозиции формальдегидом					
	0,011 мг/м ³	0,015 мг/м ³	0,020 мг/м ³	0,026 мг/м ³	0,035 мг/м ³	0,062 мг/м ³
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,97×10 ⁻⁰⁵
1	0,0	6,81×10 ⁻⁰⁷	3,81×10 ⁻⁰⁶	7,60E-06	1,11×10 ⁻⁰⁵	3,99E×10 ⁻⁰⁵
2	0,0	1,38×10 ⁻⁰⁶	7,71×10 ⁻⁰⁶	1,54×10 ⁻⁰⁵	2,24×10 ⁻⁰⁵	6,06E×10 ⁻⁰⁵
3	0,0	2,09×10 ⁻⁰⁶	1,17×10 ⁻⁰⁵	2,34×10 ⁻⁰⁵	3,41×10 ⁻⁰⁵	8,18E×10 ⁻⁰⁵
4	0,0	2,83×10 ⁻⁰⁶	1,58×10 ⁻⁰⁵	3,15×10 ⁻⁰⁵	4,60×10 ⁻⁰⁵	1,04×10 ⁻⁰⁴
5	0,0	3,58×10 ⁻⁰⁶	2,00×10 ⁻⁰⁵	3,99×10 ⁻⁰⁵	5,82×10 ⁻⁰⁵	1,26×10 ⁻⁰⁴
6	0,0	4,35×10 ⁻⁰⁶	2,43×10 ⁻⁰⁵	4,85×10 ⁻⁰⁵	7,07×10 ⁻⁰⁵	1,49×10 ⁻⁰⁴
7	0,0	5,13×10 ⁻⁰⁶	2,87×10 ⁻⁰⁵	5,73×10 ⁻⁰⁵	8,35×10 ⁻⁰⁵	1,72×10 ⁻⁰⁴
8	0,0	5,94×10 ⁻⁰⁶	3,32×10 ⁻⁰⁵	6,63×10 ⁻⁰⁵	9,66×10 ⁻⁰⁵	1,96×10 ⁻⁰⁴
9	0,0	6,77×10 ⁻⁰⁶	3,78E×10 ⁻⁰⁵	7,55×10 ⁻⁰⁵	1,00×10 ⁻⁰⁴	2,20×10 ⁻⁰⁴
10	0,0	7,61×10 ⁻⁰⁶	4,25E×10 ⁻⁰⁵	8,49×10 ⁻⁰⁵	1,24×10 ⁻⁰⁴	2,45×10 ⁻⁰⁴
11	0,0	8,48×10 ⁻⁰⁶	4,74E×10 ⁻⁰⁵	9,46×10 ⁻⁰⁵	1,38×10 ⁻⁰⁴	2,71×10 ⁻⁰⁴
12	0,0	9,37×10 ⁻⁰⁶	5,24E×10 ⁻⁰⁵	1,05×10 ⁻⁰⁴	1,52×10 ⁻⁰⁴	2,98×10 ⁻⁰⁴
20	0,0	1,73×10 ⁻⁰⁵	9,68×10 ⁻⁰⁵	1,93×10 ⁻⁰⁴	2,82×10 ⁻⁰⁴	5,33×10 ⁻⁰⁴
21	0,0	1,84×10 ⁻⁰⁵	1,03×10 ⁻⁰⁴	2,06×10 ⁻⁰⁴	3,00×10 ⁻⁰⁴	5,66×10 ⁻⁰⁴
30	0,0	2,97×10 ⁻⁰⁵	1,66×10 ⁻⁰⁴	3,31×10 ⁻⁰⁴	4,83×10 ⁻⁰⁴	9,00×10 ⁻⁰⁴
31	0,0	3,11×10 ⁻⁰⁵	1,74×10 ⁻⁰⁴	3,47×10 ⁻⁰⁴	5,06×10 ⁻⁰⁴	9,41×10 ⁻⁰⁴
32	0,0	3,25×10 ⁻⁰⁵	1,82×10 ⁻⁰⁴	3,63×10 ⁻⁰⁴	5,29×10 ⁻⁰⁴	9,84×10 ⁻⁰⁴
33	0,0	3,40×10 ⁻⁰⁵	1,90×10 ⁻⁰⁴	3,79×10 ⁻⁰⁴	5,53×10 ⁻⁰⁴	1,03×10 ⁻⁰³
34	0,0	3,55×10 ⁻⁰⁵	1,99×10 ⁻⁰⁴	3,96×10 ⁻⁰⁴	5,78×10 ⁻⁰⁴	1,07×10 ⁻⁰³
35	0,0	3,71×10 ⁻⁰⁵	2,07×10 ⁻⁰⁴	4,14×10 ⁻⁰⁴	6,03×10 ⁻⁰⁴	1,12×10 ⁻⁰³
40	0,0	4,54×10 ⁻⁰⁵	2,54×10 ⁻⁰⁴	5,07×10 ⁻⁰⁴	7,39×10 ⁻⁰⁴	1,37×10 ⁻⁰³
45	0,0	5,49×10 ⁻⁰⁵	3,07×10 ⁻⁰⁴	6,12×10 ⁻⁰⁴	8,92×10 ⁻⁰⁴	1,65×10 ⁻⁰³
49	0,0	6,33×10 ⁻⁰⁵	3,54×10 ⁻⁰⁴	7,06×10 ⁻⁰⁴	1,03×10 ⁻⁰³	1,90×10 ⁻⁰³
50	0,0	6,55×10 ⁻⁰⁵	3,66×10 ⁻⁰⁴	7,31×10 ⁻⁰⁴	1,07×10 ⁻⁰³	1,96×10 ⁻⁰³
55	0,0	7,75×10 ⁻⁰⁵	4,33×10 ⁻⁰⁴	8,65×10 ⁻⁰⁴	1,26×10 ⁻⁰³	2,32×10 ⁻⁰³
60	0,0	9,11×10 ⁻⁰⁵	5,09×10 ⁻⁰⁴	1,02×10 ⁻⁰³	1,48×10 ⁻⁰³	2,41×10 ⁻⁰³
61	0,0	9,40×10 ⁻⁰⁵	5,25×10 ⁻⁰⁴	1,05×10 ⁻⁰³	1,53×10 ⁻⁰³	2,46×10 ⁻⁰³
62	0,0	9,70×10 ⁻⁰⁵	5,42×10 ⁻⁰⁴	1,08×10 ⁻⁰³	1,58×10 ⁻⁰³	2,50×10 ⁻⁰³
63	0,0	1,00×10 ⁻⁰⁴	5,59×10 ⁻⁰⁴	1,12E×10 ⁻⁰³	1,52×10 ⁻⁰³	2,55×10 ⁻⁰³
64	0,0	1,03×10 ⁻⁰⁴	5,77×10 ⁻⁰⁴	1,15×10 ⁻⁰³	1,62×10 ⁻⁰³	2,60×10 ⁻⁰³
65	0,0	1,06×10 ⁻⁰⁴	5,95×10 ⁻⁰⁴	1,19×10 ⁻⁰³	1,66×10 ⁻⁰³	2,65×10 ⁻⁰³
66	0,0	1,10×10 ⁻⁰⁴	6,13×10 ⁻⁰⁴	1,11×10 ⁻⁰³	1,70×10 ⁻⁰³	2,70×10 ⁻⁰³
67	0,0	1,13×10 ⁻⁰⁴	6,32×10 ⁻⁰⁴	1,12×10 ⁻⁰³	1,74×10 ⁻⁰³	2,75×10 ⁻⁰³
68	0,0	1,17×10 ⁻⁰⁴	6,51×10 ⁻⁰⁴	1,13×10 ⁻⁰³	1,78×10 ⁻⁰³	2,79×10 ⁻⁰³
69	0,0	1,20×10 ⁻⁰⁴	6,64×10 ⁻⁰⁴	1,14×10 ⁻⁰³	1,81×10 ⁻⁰³	2,84×10 ⁻⁰³
70	0,0	1,24×10 ⁻⁰⁴	5,08×10 ⁻⁰⁴	1,40×10 ⁻⁰³	1,85×10 ⁻⁰³	2,89×10 ⁻⁰³

Хроническая экспозиция на уровне $0,02 \text{ мг/м}^3$ может явиться причиной формирования неприемлемых рисков для здоровья через 21 год экспозиции, однако, рисков, превышающих показатель 1×10^{-3} , даже при пожизненном воздействии не формируется (наихудший сценарий жители домов А,С). Среднемноголетняя суточная экспозиция формальдегидом на уровнях $0,026-0,32 \text{ мг/м}^3$ ($2,5-3,2 \text{ ПДК}_{с.с.}$) формирует риски для здоровья на верхней границе допустимого диапазона уже через 10-12 лет ($R_{10}=1,05 \times 10^{-4}$). К 50-60 годам такое воздействие может быть чревато риском нарушения здоровья выше 1×10^{-3} , что уже недопустимо даже для профессиональных лиц, постоянно контактирующих с опасным химическим фактором.

Среднемноголетняя экспозиция на уровне выше $3,5 \text{ ПДК}_{с.с.}$ формирует недопустимый для населения риск через 8-9 лет воздействия ($R_9=1,10 \times 10^{-04}$), через 49 лет риск квалифицируется как неприемлемый и для профессиональных групп ($R_{49}=1,03 \text{ E-}03$).

Экстраполяция модели на среднемноголетний уровень воздействия $0,0624 \text{ мг/м}^3$ (величина, предлагаемая в качестве допустимого уровня миграции формальдегида из полимерсодержащих древесных материалов рядом производителей мебели) позволяет прогнозировать, что недопустимые риски формирования болезней органов дыхания могут формироваться у экспонированных лиц уже через 3-4 года воздействия.

В целом полученные данные свидетельствуют о том, что хронический неканцерогенный риск для здоровья, формируемый химическими примесями, мигрирующими из строительных, отделочных материалов и мебели, реализуется через определенные периоды постоянной экспозиции. Установлено, что у жителей сборно-каркасных домов, построенных с применением 8-9 видов полимерсодержащих материалов, риск нарушения здоровья, выражаемый в поражениях верхних дыхательных путей переходит в категорию неприемлемого

через 12 лет проживания при наихудшем сценарии экспозиции и среднегодовой воздействующей концентрации – 0,026 мг/м³. Основным фактором риска является формальдегид. Прочие исследованные примеси, выделяющие из ПСМ, не вносят существенного вклада в риски для здоровья и их реализацию.

ГЛАВА 6. САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО МИНИМИЗАЦИИ РИСКОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ГРАЖДАН - ПОТРЕБИТЕЛЕЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ, ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ И МЕБЕЛИ

6.1. Оптимизация санитарно-эпидемиологического надзора за химической безопасностью строительных, отделочных материалов и мебели

Полученные в ходе исследования результаты в полной мере могут быть применены при решении задач развития системы санитарно-эпидемиологического надзора, предполагающего внедрение риск-ориентированной модели. Модель предполагает концентрацию усилий контроля на объектах высокого риска и сокращение избыточных мер в отношении объектов надзора с низким риском. Классификация строительных и отделочных материалов по результатам масштабных исследований показала: плановые надзорные мероприятия могут проводиться с постоянным лабораторным сопровождением только в отношении нескольких групп товаров (Таблица 6.1).

Так, группа товаров с кодами ТН ВЭД 4601; 4823; 5602; 5703-5705; 6808; 6907; 6908 (плетеные материалы, плитки облицовочные разных видов и пр.) не требуют в настоящее время инструментального контроля. Вероятность обнаружить нарушения, связанные с недопустимой миграцией химических компонентов практически равна нулю.

Для группы товаров с кодами ТН ВЭД: 3214; 3918 10; 3919; 3920; 3922; 3925; 4016; 4413; 4420; 4811; 5701; 5702-5904; 6806; 6811 лабораторные инструментальные исследования могут быть рекомендованы в качестве профилактической меры или при наличии серьезных оснований: например, при наличии данных об использовании сырья неизвестных производителей или

поставщиков, которые включены в реестры «недобросовестных». Проведение выборочного контроля миграции методом случайной выборки чревато получением отрицательного результата – вероятность выявления нарушений нормативов миграции не превышает 3%.

Таблица 6.1 – Рекомендации по объему и содержанию лабораторного сопровождения плановых мероприятий по надзору за химической безопасностью строительных и отделочных материалов и мебели

Группа поднадзорных товаров (по ТН ВЭД)	Перечень измеряемых факторов	Рекомендуемая частота лабораторных исследований в ходе плановой проверки	Товары, подлежащие приоритетному контролю
ТН ВЭД 4410; 4411; 4412	Формальдегид	При каждой проверке	Фанера клееная, ДВП, ДСП
	Хлористый водород	При каждой проверке	ДВП, ДСП
	Бутилацетат	Выборочно	
	Аммиак	Выборочно	
ТН ВЭД 4814	Акрилонитрил	При каждой проверке	Акриловые обои
ТН ВЭД 3214; 3918 10; 3919; 3920; 3922; 3925; 4016; 4413; 4420; 4811; 5701; 5702-5904; 6806;681	Формальдегид	Выборочно	Текстильные материалы, пропитанные, покрытые или дублированные пластмассами Напольные покрытия, коврики напольные Минеральные ваты, утеплители
	Фенол	Выборочно	
	Стирол	Выборочно	Напольные полимерные покрытия
	Акрилонитрил	Выборочно	Покрытия для пола
ТН ВЭД 4601; 4823; 5602; 5703-5705; 6808; 6907; 6908	Не требует лабораторного сопровождения		

Однако в данном кластере можно выделить приоритеты: с вероятностью на уровне 10-15% можно зафиксировать нарушение уровней миграции какой-либо из трех примесей (акрилонитрила, формальдегид и/или фенола) при инструментальном исследовании текстильных материалов, пропитанных, покрытых или дублированных пластмассами (код ТН ВЭД 3919) или напольных покрытий из группы ТН ВЭД 3918. Именно данные товары должны в первую

очередь подвергаться инструментальным исследованиям при плановых надзорных мероприятиях, касающихся «подгруппы» продукции в целом.

Обязательному контролю уровня миграции акрилонитрила подлежат товары группы ТН ВЭД 4814, прежде всего акриловые обои или бумажные обои с акриловым напылением. Именно эти товары имеют свойство выделения опасного вещества – акрилонитрила. По результатам проведенных исследований вероятность выявления нарушения довольно высока – более 45%. Измерения иных химических веществ не представляется целесообразным.

Товары групп 4410; 4411; 4412 подлежат обязательному лабораторному контролю при проведении надзорных мероприятий. Вероятность выявления нарушений требований к химической безопасности продукции превышает 25%. Приоритетными при инструментальных исследованиях являются формальдегид, хлористый водород. Бутилацетат, аммиак и фенол могут включаться в программы исследований по остаточному принципу. Измерения иных примесей не является целесообразным.

Несомненно, при внеплановых проверках, когда имеются данные об использовании производителями полимерсодержащих товаров загрязненного сырья и материалов, о применении не исследованных или не нормированных химически опасных компонентов, о нарушении технологии производства или фальсификации качества строительных материалов, лабораторные исследования должны быть развернуты по полной программе. Вместе с тем, приоритетом даже при внеплановых мероприятиях остаются формальдегид, фенол, акрилонитрил, аммиак – примеси, которые не только характеризуются наиболее высокими уровнями миграции, но и, обладая наиболее токсичными свойствами, формируют наибольшие риски для здоровья потребителей.

В силу того, что в настоящее время строительные и отделочные материалы подлежат только декларированию соответствия и/или добровольной сертификации, а результаты исследования свидетельствуют о высокой вероятности нарушения санитарно-эпидемиологических требований и недопустимых рисках для здоровья людей, представляется целесообразным

расширение предупредительного надзора за небезопасной полимерсодержащей строительной продукцией и мебелью. Это возможно было бы сделать в случае распространения процедуры государственной регистрации на полимерсодержащие строительные материалы, что обеспечило бы возможность выявлять «рисковую» продукцию, не соответствующую критериям гигиенической безопасности, на этапах производства или ввоза на территорию Российской Федерации.

6.2 Учет совокупного выделения вредных примесей из строительных и отделочных материалов на этапе проектирования и строительства жилых и общественных зданий

Выявленные высокие риски для здоровья людей, формируемые в результате применения большого количества полимерсодержащих строительных и отделочных материалов для отделки помещений или высокой насыщенности помещений ДООУ мебельной продукцией требует уже на этапах строительства определенных видов домов или при мебелирования помещений проводить предварительный прогнозный расчет загрязнения воздуха помещений химическими примесями, мигрирующими из совокупности материалов и мебели.

Оценку совокупного выделения в воздух внутренней среды помещений химических веществ с учетом совместного использования всех планируемых к применению строительных и отделочных материалов, либо применяемой мебели, целесообразно выполнять на основе данных об эмиссии веществ в воздух климатических камер от отдельных материалов/мебели. Исходной информацией могут являться данные производителя, в том числе содержащиеся в технической или иной сопроводительной документации. Проектные организации являются источником данных о «насыщенности» помещений тем или иным видом материалов (конструкций).

В целом расчет совокупного выделения может выполняться по формуле (6.1):

$$C_k = \sum_{ik} \frac{H_i \times C_k}{N_i}, \quad (6.1)$$

где C_k – расчетная концентрация k-ой химической примеси, создаваемая в помещении совокупностью строительных/отделочных материалов или мебели ($\text{мг}/\text{м}^3$);

H_i – прогнозируемая реальная «насыщенность» помещений i-ым материалом/мебелью ($\text{м}^2/\text{м}^3$);

C_k – концентрация k-ой химической примеси создаваемая образцом i-ого материала/мебели, установленная при направленных инструментальных измерениях, анализе технической документации на продукцию, научных обзоров, отчетов, справочников, баз данных, с указанием значений «насыщенности» ($\text{мг}/\text{м}^3$);

N_i – показатель «насыщенности» климатической камеры i-ым образцом материала/мебели ($\text{м}^2/\text{м}^3$) используемый при установлении S_k концентрации при проведении направленных инструментальных измерений, данных технической документации на продукцию, научных обзоров, отчетов, справочников, баз данных, ($\text{м}^2/\text{м}^3$).

С целью определения безопасного для здоровья использования совокупности материалов выполняется оценка риска для здоровья человека через расчет индекса опасности (HI) для критического органа или системы по формуле (6.2):

$$HI = \sum_n HQ^i$$

$$HQ^i = C^i / RFC^i, \quad (6.2)$$

или

$$HQ_j^i = AD^i / RFD^i$$

где HI – индекс опасности, формируемый выделением нескольких веществ, имеющие однонаправленное действие на критические органы и системы

HQ^i - коэффициент опасности, формируемый выделением i-го химического вещества из совокупности n строительных материалов;

C^i – концентрация i -го вещества, формируемая совокупностью материалов, с учетом насыщенности ими помещения, мг/м³;

AD^i - среднесуточная доза химического i -го химического вещества, выделяемого в совокупностью материалов;

RfCⁱ - референтная (безопасная) концентрация i -го химического вещества, мг/м³.

Референтные концентрации и однонаправленность действия химических веществ на критические органы и системы принимается в соответствии с утвержденными нормативно-методическими документами [167].

Оценка риска в этом случае представляется более удобным и адекватным инструментом по отношению к оценке простой суммы долей ПДК.

Поскольку интенсивность выделения из материалов зависит от расположения продукции, его укрытия иными материалами или поверхностями, требуется учет коэффициента диффузии, который зависит от газопроницаемости укрывающих слоев. Последние величины могут быть справочными и приниматься на основании опыта проектирования или данных специальных исследований. Представляется недопустимым рассматривать процесс снижения концентраций со временем эксплуатации, поскольку отсутствуют надежные доказательства того, что выделение примесей из полимерсодержащих материалов через определенный период снижаются.

Крайне желательным в условиях выделения примесей, оказывающих однонаправленное действие на определенные критические органы и системы, является выполнение оценки потенциальных рисков для здоровья граждан. По результатам такой оценки при получении данных о недопустимых рисках могут и должны приниматься коррективы по перечню используемых строительных и отделочных материалов. Процедура расчета суммарного выделения предполагает оформление завершающего акта (протокола, иного документа) о соответствии принятых проектных решений требований к их химической безопасности, в том числе при их длительном использовании.

6.3 Рекомендации по минимизации рисков при воздействии факторов опасности полимерсодержащей мебели в детских образовательных учреждениях

С целью предупреждения загрязнения воздуха детских образовательных учреждений, крайне актуально развивать индустрию максимально безопасной мебели, отделочных и строительных материалов, предназначенных специально для ДООУ. Вместе с тем изучение на 18 сайтах производителей, дистрибьютеров и поставщиков почти 150 образцов мебельной продукции из дошкольного и школьного ассортимента показало, что более 95% мебельной продукции, предлагаемой на сегодня системе детского образования, изготавливается с применением полимерсодержащих материалов. Пример – в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Примеры предложений на рынке мебельной продукции для детских дошкольных и школьных образовательных учреждений

Тип изделия	Материал исполнения	Функциональное назначение	Источник данных
Стол детский, "прямоугольный", 0-я ростовая группа	Ножки - массив хвойных пород. Столешница - фанера 15 мм. Покрытие - лак	Для детских дошкольных учреждений, ясельная группа	https://www.svetlojar.ru/shop/shopgroup.html?id=1473&g_level=0&pg_id=0
Стол детский, "прямоугольный", 1-я ростовая группа	Ножки -массив хвойных пород. Столешница - фанера 15 мм. лак	Для детских дошкольных учреждений, младшая группа	https://www.svetlojar.ru/shop/shopgroup.html?id=1473&g_level=0&pg_id=0
Стол детский, "прямоугольный", 2-я ростовая группа	Ножки -массив хвойных пород. Столешница - фанера 15 мм. Покрытие - лак	Для детских дошкольных учреждений, средняя группа	https://www.svetlojar.ru/shop/shopgroup.html?id=1473&g_level=0&pg_id=0
Стол детский, "прямоугольный", 3-я ростовая группа	Ножки -массив хвойных пород. Столешница - фанера 15 мм. Покрытие - лак	Для детских дошкольных учреждений, старшая группа	https://www.svetlojar.ru/shop/shopgroup.html?id=1473&g_level=0&pg_id=0
Стол детский "прямоугольный", регулируемой высоты 0-3 ростовой групп	Ножки - металлический сварной каркас, столешница - ЛДСП, кромка - ПВХ.	Для дошкольных учреждений всех возрастных групп	https://www.svetlojar.ru/shop/shopgroup.html?id=1473&g_level=0&pg_id=0

Продолжение таблицы 6.2

Кровать детская с нарощенными бортами	Ламинированная древесно-стружечная плита, 16 мм	Для детских садов	http://www.mebelmania.ru/catalog/mebel-dlya-detskoj/krovati/krovat-detskaya-s-naroshhennymi-bortami
Кровать трехъярусная, выкатная	Ламинированная древесно-стружечная плита, 16 мм	Для детских садов	http://www.mebelmania.ru/catalog/spec-mebel/dlya-shkol-i-detskix-sadov/krovat-detskaya-mnogourovnevaya-vykatnaya
Кровать детская на металлических ножках	Ламинированная древесно-стружечная плита, 16 мм	Для детских садов	http://www.mebelmania.ru/catalog/spec-mebel/dlya-shkol-i-detskix-sadov/krovat-detskaya-mnogourovnevaya-vykatnaya
Тип изделия	Материал исполнения	Функциональное назначение	Источник данных
Игровая мебель "Больница"	Ламинированная древесно-стружечная плитам	Для детских садов	http://www.mebel-snab.ru/index.php?name=Pages&op=showcat&cid=41
Банкетки детские, шкафы для раздевалок	ЛДСП	Для раздевалок в детских садах	http://xn--27-6kcafxblcnqrj.xn--p1ai/mebel-dlya-razdevalok
Парты и стулья	Ламинированная ДСП, кромка ПВХ, сиденья - гнукотклеенная фанера	Для школ	http://xn--27-6kcafxblcnqrj.xn--p1ai/party-i-stulya
Школьный компьютерный стол	ламинированная древесно-стружечная плитам	Для школ	http://xn--27-6kcafxblcnqrj.xn--p1ai/kompyuternyy-klass
Парта-Трансформер "Осанка..."	ЛДСП, металлический каркас	Для школ	https://www.kvorus.ru/catalog/shkolnaya-mebel/stolyi-transformeryi-osanka-parta-transformer-osanka-mini.html
Стул детский деревянный	Массив березы	Для детского сада	http://fm18.ru/mebel-dlya-detskogo-sada/stulya-dlya-detskogo-sada/#

Практически не предлагается мебель из плит, изготовленных методом сухого прессования с применением натуральных древесных клеев. Отечественная детская мебель из массива дерева представлена только детскими стульчиками (<http://fm18.ru/mebel-dlya-detskogo-sada/stylya-dlya-detskogo-sada/#>). Комплектные для этих стульчиков столы уже изготавливаются со столешницей из фанеры, а не массива (при этом стоимость детских стульев из массива березы находится в той же ценовой категории, что и из ЛДСП или клееной фанеры). Таким образом, рекомендуется при меблировке помещений дошкольных учреждений предпочтение отдавать мебели из готовой продукции, изготовленной с использованием древесных клеев.

Принимая во внимание, что насыщенность полимерсодержащей мебелью на уровне выше $0,6 \text{ м}^2/\text{м}^3$ при современном состоянии проблемы миграции химических примесей из товаров уже формирует неприемлемые риски для здоровья детей, представляется целесообразным снижение общей насыщенности помещений конструкциями с синтетическим компонентом до указанных параметров. При невозможности сократить в спальнях комнат ДОУ число кроватей, в учебных классах школ – число парт и стульев и т.п., представляется целесообразным минимизировать число и площади встроенных конструкций из ПСМ – стеллажей, полок, встроенных шкафов и т.п. и заменять их на металлические, цельнодеревянные и т.п.

В ряде случаев может применяться дополнительное покрытие мебели из ПСМ лаками (типа НЦ-218) или эмалям (типа ПФ-115), что эффективно в условиях потертой, сколотой, побитой мебели, мебели со снятыми или попорченными покрытиями и т.п.

6.4 Рекомендации по медико-профилактическим мероприятиям для населения с различными уровнями риска для здоровья, обусловленного воздействием формальдегида, мигрирующего из строительных, отделочных материалов и мебели

Для населения, особенно детского, которое доказано проживает в условиях недопустимого риска в результате повышенного выделения химических примесей из строительных и отделочных материалов, рекомендуется организация и реализация комплекса медико-профилактических мероприятий.

Гигиеническими критериями выбора континентов населения, подлежащих таким мероприятиям, являются:

- систематическая регистрация нарушений гигиенических нормативов содержания в воздухе жилых или общественных помещений химических примесей, источником которых являются строительные и отделочные материалы, мебель (превышение ПДК_{с.с});

- наличие неприемлемого риска развития заболеваний у населения;

- повышенный уровень заболеваемости населения по данным ФОМС, прежде всего болезнями органов дыхания и иммунной системы (аллергические заболевания носоглотки, рецидивирующие обструктивные бронхиты, бронхиальная астма);

- при возможности проведения исследований - содержание формальдегида, бензола, иных маркерных примесей в биологических средах детей и/или взрослых на уровне выше фонового (для конкретной территории), либо относительно группы сравнения.

Организация проведения специализированных профилактических программ, гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха, установление уровней риска развития заболеваний, выделение объектов (жилых домов, детских образовательных учреждений) или континентов населения для реализации профилактических программ может осуществляться территориальными органами и организациями Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав

потребителей и благополучия человека. Практическая реализация специализированных программ профилактики может осуществляться научными учреждениями подведомственными Федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, имеющими клинические подразделения либо иными учреждениями, лицензированными в установленном порядке в системе лицензирования Министерства здравоохранения Российской Федерации на осуществление соответствующих видов медицинской деятельности

Специализированные профилактические программы могут выполняться на базе существующих федеральных, краевых, областных и муниципальных учреждений здравоохранения и решать задачи:

- ранней диагностики заболеваний, ассоциированных с негативным воздействием повышенных концентраций примесей, прежде всего формальдегида, в воздухе;

- профилактики развития хронических форм заболеваний, ассоциированных с воздействием химических примесей, прежде всего, формальдегида;

- профилактики обострений, рецидивов, развития осложнений хронических заболеваний органов дыхания, ассоциированных с негативным воздействием загрязнения;

- профилактики развития дополнительных случаев хронической респираторной патологии у детей, проживающих в условиях загрязнения.

Рекомендуется применение медицинских технологий профилактики, разработанных с учетом существующих стандартных подходов к профилактике аллергических заболеваний органов дыхания у детей и особенностей патогенеза патологического процесса, индуцированных воздействием повышенных концентраций химических примесей, прежде всего формальдегид, мигрирующих из строительных и отделочных материалов. Такой опыт уже имеется и применяется, к примеру, в Федеральном научном центре медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения [223].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ результатов масштабных внеплановых проверок химической безопасности более 3,5 тысяч образцов товаров из 30 групп строительных, отделочных материалов и мебели показал, что на потребительском рынке Российской Федерации обращается полимерсодержащая продукция, которая в значительной своей части не является безопасной по причине повышенных уровней миграции в воздух целого ряда химических примесей – формальдегида, фенола, хлористого водорода, ксилолов, бутилацетата и т.п. По таким группам товаров как клееная фанера, древесно-стружечные и древесно-волоконные плиты каждый десятый исследованный образец характеризовался уровнем выделения химическим примесей выше установленных нормативов. Кратность превышения допустимых уровней составляла для основной массы нестандартных образцов по формальдегиду 1,5-5 раз, по прочим примесям 1,1-3 раза. Зарегистрированы случаи выделения формальдегида из товаров на уровне 10, 20 и 60 ПДК_{с.с.} Материалы, в том числе произведенные с нарушениями гигиенических требований, попадают в потребление и формируют среду обитания человека.

Исследование строительных материалов и качества внутренней среды 211 помещений быстровозводимых сборно-каркасных домов 4-х разных серий показало, что формальдегид, выделяющийся из строительных и отделочных материалов, является причиной недопустимого пожизненного канцерогенного рисков для жителей этих домов на уровне выше $1,1 \times 10^{-4}$. Экспозиция к формальдегиду внутренней среды жилых помещений формирует и недопустимые хронических негативных эффектов в отношении органов дыхания и иммунной системы (индексы опасности составили до 9,2 и 8,94 соответственно). При этом выявлено, что суммация рисков до уровня недопустимого происходит в условиях одновременного использования в жилищном строительстве 8-9 видов полимерсодержащих строительных и отделочных материалов, даже если ни один из примененных материалов по данным камерных исследований не показал ненормативных уровней выделения примеси.

Обследование ряда детских образовательных учреждений Пермского края позволило установить, что мебель, выполненная с применением полимерсодержащих материалов, применяется очень широко – это стеллажи, шкафы, учебные столы и стулья, полки для игрушек, обеденные и игровые столы, кровати для сна и т.п. В результате прямых измерений площадей поверхностей мебельной продукции и оценки насыщенности помещений ДООУ мебелью было установлено, что насыщенность помещений составляет от 0,35 до 1,7 м²/м³.

Полученные расчеты подтверждались инструментальными исследованиями качества воздуха внутренней среды ДООУ. Результаты количественного определения формальдегида, фенола, стирола, этилбензола, бензола показали, что повсеместно в воздухе помещений выше ПДК регистрируется только формальдегид. Концентрации стирола и этилбензола находились на уровне порога определения. Бензол в воздухе регистрировали постоянно, но в низких концентрациях; фенол - в 30% наблюдений

Концентрация формальдегида в воздухе игровых комнат в дошкольных учреждениях была достоверно связана с их насыщенностью полимерсодержащей мебелью: $y=0,0035+0,0128x$ ($R^2=0,23$ $p=0,0002$).

Риск для здоровья детей, посещающие дошкольные учреждения, выраженный коэффициентами опасности при хроническом ингаляционном воздействии формальдегида находился в диапазоне от 2,6-7,0Н_Q_{ср}, для бензола 0,84-3,2 Н_Q_{ср}. Индексы опасности прогнозировался в диапазоне от 3,53-8,8Н_I при хроническом ингаляционном воздействии мигрирующих примесей на иммунную систему формальдегида и бензола. Риск и при остром и при хроническом воздействии оценивали как неприемлемый. Порядка 66-87% вклада вносил формальдегид.

При этом установлено, что критерием безопасности является значение насыщенности помещений детских образовательных учреждений полимерсодержащей мебелью на уровне 0,6 м²/м³. Превышение этого уровня достоверно ухудшает качество воздуха помещений и может формировать недопустимый риск нарушений здоровья у детей.

Углубленными медико-биологическими исследованиями состояния здоровья

населения, постоянно проживающего в условиях недопустимых рисков, было выявлено, что риски реализуются в виде дополнительных случаев заболеваний органов дыхания, нарушения иммунного статуса.

Одним из доказательств того, что нарушения здоровья ассоциированы именно с факторами риска, явились результаты сравнительного количественного анализа уровней формальдегида в крови обследованных лиц. У детей, постоянно проживающих в сборно-каркасных домах с повышенным уровнем формальдегида внутри жилых комнат, среднее содержания формальдегида в крови составляло $0,0127 \pm 0,0012$ мг/дм³ при уровне сравнения $0,0041 \pm 0,0004$ мг/дм³ ($p=0,001$); у взрослых показали, соответственно, составляли: $0,0146 \pm 0,0019$ и $0,0019 \pm 0,0002$ мг/м³ ($p=0,001$). В соответствии с токсикологическим профилем формальдегида спрогнозирована и подтверждена у экспонированных лиц выраженность реакций иммунозависимого и неспецифического воспаления по сравнению с группой сравнения. У детей группы наблюдения доказано наличие иммунозависимого воспаления: отмечены достоверно более высокие относительно группы сравнения показатели: эозинофильно-лейкоцитарного индекса в 1,3 раза ($p=0,002$), относительного числа эозинофилов в 1,2 раза ($p=0,013$), уровня IgE специфичного к формальдегиду в 1,5 раза ($p=0,036$), содержания моноцитов в крови в 1,4 раза ($p=0,001$).

У взрослого населения группы наблюдения отмечены достоверно более высокие относительно группы сравнения, показатели эозинофильно-лимфоцитарного индекса в 1,4 раза ($p=0,003$), уровня относительного числа эозинофилов в 1,4 раза ($p=0,001$), содержания моноцитов в крови в 1,3 раза ($p=0,001$) и т.п. Оценка показателей, характеризующих наличие реакций неспецифического воспаления в организме взрослых жителей в возрасте до 45 лет, выявила, что в группе наблюдения отмечено достоверно более высокое содержание лимфоцитов в крови относительно группы сравнения в 1,2 раза ($p=0,001$). У лиц группы наблюдения старше 45 лет установлен повышенный относительно физиологической нормы уровень лейкоцитов в крови в 29,03%

случаев ($p=0,016$), сегментоядерных нейтрофилов в 48,39% случаев ($p=0,005$), повышенный уровень СОЭ в 41,49% случаев ($p=0,003$).

Результаты иммунологического диагностического обследования позволили установить, что у 15% обследованных детей, 17% взрослых в возрасте до 45 лет и 11% взрослых в возрасте старше 45 лет из групп наблюдения выявлен повышенный уровень индуцированного интерлейкина-10, стимулированного формальдегидом. В цепочке иммунного ответа на антиген он одним из первых индуцируется и вызывает активацию Т-хелперов 2 типа, которые отвечают за синтез специфических иммуноглобулинов.

Сравнительный анализ заболеваемости жителей сборно-каркасных домов до заселения и в первые 3 года проживания показал, что через 2 года после заселения у детей в возрасте 5-12 лет заболевания органов дыхания регистрировались на уровне 0,82 сл./1 застрахованного, что было в 2,5 раза чаще, чем до заселения и в первый год после заселения (0,36 сл./ 1 застрахованного) ($p=0,01$).

По результатам исследований был получен ряд логистических зависимостей ($R^2=0,41\div 0,88$, $p<0,05$), описывающих повышения уровня заболеваемости населения при повышении концентрации формальдегида в воздухе жилых помещений. Доказано, что длительная экспозиция формальдегидом на уровне выше $0,01\text{мг/м}^3$ обуславливает постепенное нарастание риска нарушения функций органов дыхания, описываемое достоверной математической моделью. Это позволяет прогнозировать критическое время перехода риска в категорию «недопустимый» при разных условиях экспозиции. Так, установлено, что у жителей сборно-каркасных домов, построенных с широким применением полимерсодержащих материалов, риск нарушения здоровья, выражаемый в поражениях органов дыхания, переходит в категорию неприемлемого через 10-11 лет проживания.

Полученные результаты позволяют однозначно возражать позиции ряда представителей бизнеса, которые, указывая на необходимость наращивания отечественной мебели и изделий из деревообработки, считают необходимым смягчить гигиенические нормативы миграции формальдегида до уровня 0,062

мг/м³ (Письмо Президента ассоциации предприятий мебельной и деревообрабатывающей промышленности России № 043 от 17.04.2017 г. в адрес заместителя Председателя Правительства Российской Федерации). Экстраполяция модели на среднесрочный параметр воздействия на предлагаемом уровне позволяет прогнозировать, что недопустимые риски формирования болезней органов дыхания могут формироваться у экспонированных лиц уже через 3-4 года воздействия.

Проведенные исследования позволили выполнить классификацию строительных и отделочных материалов по критериям частоты нарушения обязательных требований к уровням миграции примесей и использовать ее для научного обоснования лабораторного сопровождения надзорных мероприятий. Так, установлено, что клееная фанера, ДВП, ДСП, прочие товары групп ТН ВЭД 4410; 4411; 4412 подлежат обязательному лабораторному контролю при проведении надзорных мероприятий. Вероятность выявления нарушений требований к химической безопасности продукции превышает 25%. Приоритетными при инструментальных исследованиях являются формальдегид, хлористый водород. Бутилацетат, аммиак и фенол могут включаться в программы исследований по остаточному принципу.

Обязательному лабораторному контролю уровня миграции акрилонитрила подлежат товары группы ТН ВЭД 4814, прежде всего акриловые обои или бумажные обои с акриловым напылением. По результатам проведенных исследований вероятность выявления нарушения довольно высока – более 45%. Измерения иных химических веществ не представляется целесообразным.

Для группы товаров с кодами ТН ВЭД 3214; 3918 10; 3919; 3920; 3922; 3925; 4016; 4413; 4420; 4811; 5701; 5702-5904; 6806; 6811 лабораторные инструментальные исследования могут быть рекомендованы в качестве профилактической меры или при наличии серьезных оснований. Проведение планового контроля миграции методом случайной выборки чревато получением отрицательного результата – вероятность выявления нарушений нормативов миграции не превышает 3%.

Выявлены товары, лабораторной контроль которых при плановых проверках нецелесообразен (товаров с кодами ТН ВЭД 4601; 4823; 5602; 5703-5705; 6808; 6907; 6908 - плетеные материалы, плитки облицовочные разных видов и пр.).

Полученные данные свидетельствуют о высокой актуальности нормативного закрепления методики расчета на этапе проектирования зданий и сооружений риска для здоровья жителей с учетом применения комплекса полимерсодержащих строительных и отделочных материалов. Предложен методический подход, который предусматривает суммирование параметров фактической миграции химических веществ с поверхности конструкции с учетом площади конструкции, непосредственно контактирующей и воздухом помещения, размеры помещения и оценку потенциальных рисков для здоровья. Дополнительно рекомендуется учитывать также коэффициенты воздухообмена и температурный режим в помещении.

В силу того, что в настоящее время строительные и отделочные материалы подлежат только декларированию соответствия и/или добровольной сертификации, а выявленные нарушения норм миграции химических примесей имеют следствием недопустимые риски для здоровья граждан страны, представляется целесообразным распространение процедуры государственной регистрации на полимерные и полимерсодержащие строительные материалы, что позволит выявлять продукцию, не соответствующую установленным нормам, уже на стадии ее поступления на потребительский рынок.

В связи с тем, что на построенных и введенных в эксплуатацию объектах капитального жилищного строительства выявляются факты многочисленных нарушений гигиенических норм содержания химических примесей в воздухе жилых помещений, и это свидетельствуют о недостаточно тщательном рассмотрении вопросов санитарно-эпидемиологического благополучия населения на этапах отвода земельных участков под строительство, экспертизы проектов, надзора за строительством, а также приемки объектов в эксплуатацию, и в целях исключения дополнительных затрат по устранению выявляемых нарушений, актуальным представляется введение предупредительного надзора в форме

экспертизы проектной документации и проведения санитарно-эпидемиологического надзора за строительством.

Обоснованным представляется внесение дополнения в СанПиН 2.4.1.2660-10 "Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы в дошкольных организациях" о том, что рекомендуемый показатель насыщенности игровых комнат и спален полимерсодержащей мебельной продукцией должен составлять $0,6 \text{ м}^2/\text{м}^3$.

Для населения, особенно детского, для которого уже установлен неприемлемый риск нарушений здоровья, ассоциированный с химическими веществами внутренней среды помещений, прежде всего формальдегида, рекомендованы специализированные медико-профилактические программы на базе детских организованных коллективов или специализированных стационаров.

ВЫВОДЫ

1. Более 3,6% образцов строительных и отделочных материалов из исследованных 30 групп товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности, обращаемых на потребительском рынке Российской Федерации, не соответствуют гигиеническим требованиям по уровню миграции опасных химических веществ в воздух. Наибольшая частота превышения допустимых уровней выделения примесей (9,3-14,1%) зарегистрирована для продукции групп ТН ВЭД ТС 4410-4412 (фанера клееная, плиты древесно-волокнистые, плиты древесно-стружечные).

2. Приоритетным фактором опасности товаров для здоровья потребителей являются уровни миграции формальдегида: в целом по всем видам продукции - 4,11% проб с нарушениями; до 16-25% по отдельным группам товаров (фанера, плиты древесно-волокнистые, плиты древесно-стружечные). Кратность превышения – до 0,61 мг/м³ с 1 м² поверхности (61ПДК). Зафиксированы нарушения норм миграции акрилонитрила, аммиака, стирола, бутилацетата, фенола, дибутилфталата, хлористого водорода, диоктилфталата, ксилола, метанола из товаров самого разного типа. Частота нарушений 0,1-3,2%; кратность превышения нормативов – до 5ПДК_{с.с.}

3. Применение изолированно материалов с выявленными уровнями миграции химических примесей может формировать у потребителей продукции хронические риски (при стандартном сценарии пожизненной экспозиции) - до 11-14НП. Риски оценены как недопустимые. На 80% и более риски формируются выделением из продукции формальдегида.

4. В условиях соблюдения каждым отдельным видом продукции гигиенических нормативов миграции одновременное применение при строительстве до 8-9 видов полимерсодержащих материалов приводит к формированию у жителей неприемлемого риска нарушения функций органов дыхания. Риск при хроническом пожизненном воздействии прогнозируется на

уровне до 7,7НІ. Пожизненный канцерогенный риск характеризуется величиной до $1,1 \times 10^{-4}$ и также оценивается как неприемлемый.

5. Насыщенность помещений полимерсодержащей мебелью свыше $0,6 \text{ м}^2/\text{м}^3$ может иметь следствием повышение уровня формальдегида во внутреннем воздухе. В детских образовательных учреждениях, где насыщенность игровых помещений, спален и/или учебных комнат мебелью с синтетическим компонентом составляет от 1,1 до $1,7 \text{ м}^2/\text{м}^3$, хронические риски формирования болезней органов дыхания достигают 4,5НІ; иммунной системы – до 5,6НІ и являются неприемлемыми.

6. На примере быстровозводимых сборно-каркасных домов показано, что в условиях систематического загрязнения воздуха жилых помещений формальдегидом на уровне ЗПДК_{с.с.} и выше, риск формирования болезней органов дыхания у жильцов постоянно нарастает и переходит в категорию «неприемлемый» уже через 10-11 лет экспозиции.

7. Углубленными медико-биологическими исследованиями доказано, что риски реализуются в виде дополнительных случаев заболеваний органов дыхания, нарушения иммунного статуса. У экспонированных жителей сборно-каркасных домов в 5 раз чаще регистрируются заболевания органов дыхания (RR=5,0; ДИ=1,2-21,1; $p < 0,05$). У детей и у взрослых в крови зарегистрированы уровни формальдегида в 2,5 и 7,7 соответственно, выше уровня сравнения ($p < 0,05$). У детей в условиях длительной экспозиции выражено наличие иммунозависимого воспаления: уровень IgE, специфичного к формальдегиду в 1,5 раза выше уровня сравнения ($p = 0,036$). Отмечены достоверно более высокие относительно неэкспонированных лиц показатели: эозинофильно-лейкоцитарного индекса в 1,28 раза ($p = 0,001$), относительного числа эозинофилов в 1,2 раза ($p = 0,013$), содержания моноцитов в крови в 1,4 раза ($p = 0,001$).

8. Минимизация рисков для здоровья потребителей полимерсодержащих строительных, отделочных материалов и мебельной продукции может быть достигнута через интенсификацию планового надзора за товарами высоких групп риска (коды ТН ВЭД 4410-4412: фанера клееная, ДВП ДСП, ОСВ), включающего

лабораторный контроль уровня миграции формальдегида; через учет совокупного выделения в воздух внутренней среды помещений химических веществ при выборе строительных и отделочных материалов и мебели на этапах строительства и внутренней отделки; распространением процедуры государственной регистрации на полимерсодержащие и полимерные строительные материалы и мебель.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Выполненные исследования позволили обосновать ряд практических рекомендаций.

1. Специалистам в области санитарно-эпидемиологического нормирования и технического регулирования:

- для закрепления положения о безопасности мебельной продукции как условия отсутствия недопустимого риска в техническом регламенте ТР ТС 025/2012 «О безопасности мебельной продукции» п. 3 ст. 5 принять в редакции: «химическая и санитарно-гигиеническая безопасность мебельной продукции должна обеспечиваться отсутствием выделения в окружающую среду летучих химических веществ из изделий мебели в количествах, которые могут формировать недопустимый острый или хронический риск для здоровья с учетом совместного действия всех выделяющихся веществ...» в отличие от ныне существующей редакции, требующей, чтобы при выделении из мебели нескольких вредных химических веществ, обладающих суммацией действия, рассчитывалась сумма отношений концентрации к их ПДК, которая не должна превышать единицу.

- рассмотреть возможность внесения дополнения в СанПиН 2.4.1.2660-10 "Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы в дошкольных организациях" о том, что рекомендуемый показатель насыщенности игровых комнат и спален полимерсодержащей мебельной продукцией должен составлять $0,6 \text{ м}^2/\text{м}^3$.

2. Специалистам в области санитарно-эпидемиологического контроля Роспотребнадзора:

- применять результаты классификации строительных и отделочных материалов по критериям частоты нарушения обязательных требований к уровням миграции примесей для оптимизации лабораторного сопровождения надзорных мероприятий;

- утвердить совместно с органом, уполномоченным за обеспечение безопасности жилищного и гражданского строительства нормативно-

методический документ по расчету при проектировании и эксплуатации зданий совокупного выделения в воздух внутренней среды помещений химических веществ с учетом совместного использования всех строительных материалов;

- ходатайствовать перед Правительством Российской Федерации о распространение процедуры государственной регистрации на полимерные и полимерсодержащие строительные материалы, что позволит выявлять продукцию, не соответствующую установленным нормам уже на стадии ее поступления на потребительский рынок.

3. Специалистам органов здравоохранения:

- оказывать адресную медико-профилактическую помощь для населения, особенно детского, для которого уже установлен неприемлемый риск нарушений здоровья, ассоциированный с химическими веществами внутренней среды помещений; в программах помощи учитывать специфику воздействия факторов опасности.

4. Специалистам органов образования:

- учитывать при принятии решений о приобретении мебели для детских образовательных учреждений параметры потенциального риска продукции, обеспечить постепенный переход на мебель с минимальными уровнями эмиссии химических примесей, строго соблюдать режимы проветривания игровых помещений, спален и учебных комнат в любые сезоны года.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- CR – показатель индивидуального канцерогенного риска
- HI (Hazard index) – индекс опасности
- HQac (Hazard quotient) – коэффициент опасности при остром воздействии
- HQcr (Hazard quotient) – коэффициент опасности при хроническом воздействии
- OR – отношение шансов
- OSB – ориентированно стружечные плиты
- RFC – референтная концентрация
- RR – относительный риск
- SD – стандартное отклонение
- ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения
- ВЭЖХ – Высокоэффективная жидкостная хроматография
- ГВЛ – гипсо-волоконный лист
- ГКЛ – гипсо-картонный лист
- ГХ – газовая хроматография
- ДВП – древесно-волоконная плита
- ДИ – доверительный интервал
- ДОУ – дошкольные организации общеобразовательной направленности (детский сад)
- ДСП – древесно-стружечная плита
- ЕАК – Евразийская экономическая комиссия
- ЕАС – Евразийский экономический союз
- ИЛЦ – испытательный лабораторный центр
- ЛДСП – ламинированная древесно-стружечная плита
- МДФ – древесно-волоконная плита средней плотности
- ПДК – предельно-допустимая концентрация
- ПДК_{м.р} – максимальная разовая концентрация
- ПДК_{с.с} – предельно-допустимая среднесуточная концентрация

ССС –сердечно-сосудистая система

ТН ВЭД – товарная номенклатура внешнеэкономической деятельности

ЦНС – центральная нервная система

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Овчинников, В.В. Химия в строительстве / В.В. Овчинников // Соросовский образовательный журнал. – 2000. – № 5. – Т.6. – С. 52-56.
2. Даутова, А.Н. Производство медицинских инструментов из металлозамещающих полимерных материалов. Обзор / А.Н. Даутова, В.В. Янов, Л.А. Зенитова // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – № 8. – С. 87-92.
3. Жетерова, С.К. Основные и вспомогательные вещества, используемые в косметологии / С.К. Жетерова, Е.В. Талгаева // Вестник КазНМУ. – 2014. – № 5. – С. 68-71.
4. Салимова, А.И. Применение полимеров в производстве текстильных материалов со специфическими свойствами /А.И. Салимова // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – № 17. – С. 92-94.
5. Зайцева, Н.В. Актуальные вопросы методической поддержки оценки риска для здоровья населения при обеспечении безопасности продукции: мировой зарубежный опыт и практика таможенного союза / Н.В. Зайцева, П.З Шур // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 4. – С. 4–16.
6. Федоренко, Е.В. Правовые основы применения методологии анализа риска при обеспечении безопасности пищевой продукции в Евразийском экономическом союзе и Республике Беларусь / Е.В. Федоренко // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 3. – С. 13–18.
7. Чадова, Т.В. Подтверждение соответствия качества ранцев школьных, импортируемых в РФ /Т.В. Чадова, А.Е. Бабаева, А.Е. Некрасов// электронный журнал РИНЦ "Science Time": материалы Международных научно-практических конференций и конкурсов Общества Науки и Творчества за июнь 2015 г. – Казань, 2015. – № 6(18). – С. 42-54.
8. Бардонов, В.А. Уровень миграции вредных летучих химических веществ из древесных плит, фанеры и мебели / В.А. Бардонов // Экологический вестник России – 2016. – № 11. – С. 58-63.

9. Губернский, Ю.Д. Гигиеническая характеристика химических факторов риска в условиях жилой среды / Ю.Д. Губернский, Н.В. Калинина // Гигиена и санитария. – 2001. – № 4. – С. 21-24.
10. Юдаева, О.С. Улучшение условий труда проводников при использовании современных полимерсодержащих материалов внутренней отделки пассажирских вагонов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.26.01 / Юдаева Оксана Сергеевна. – М., 2011. – 23 с.
11. Hodgson, A. Sources of formaldehyde, other aldehydes and terpenes in a new manufactured house / A.Hodgson, D. Beal, J. McIlvaine // Indoor Air. – 2002. – 12(4). – P. 235-242.
12. Гладковская, А.А. Состояние воздушной среды и здоровье населения экспериментального дома, построенного с широким применением полимерных материалов / А.А. Гладковская – В кн.: Гигиена. Новосибирск, 1968, – С. 98-104.
13. Каранастас, Л.Ю. Изучение влияния полимерных материалов среды обитания (жилища, школ) на состояние здоровья подростков-старшеклассников: автореф. дис. ... канд. мед. наук.: 14.00.07 / Каранастас Лариса Юрьевна – Ростов-на-Дону, 1990. – 24 с.
14. Mendell, M.J. Indoor residential chemical emission as risk factors for respiratory and allergic effects in children: A review / M.J. Mendell // Indoor air. – 2007. – № 17(4). – P. 259-277.
15. Rumchev, K.B. et al. Domestic exposure to formaldehyde significantly increases the risk of asthma in young children / K.B. Rumchev et al.// Eur. Respir. Journal. – 2002. – № 20. – P. 403-408.
16. Rumchev, K.B., et al. Association of domestic exposure to volatile organic compounds with asthma in young children / K.B. Rumchev // Thorax. 2004. – № 59. – P. 746-751.
17. Zhang, L. Formaldehyde exposure and leukemia: a newmeta-analysis and potential mechanisms/ L. Zhang, C. Steinmaus, DA Eastmond, XK Xin, MT Smith // Mutat Res. – 2009. – № 681(2–3). – P. 150–168.

18. Онищенко, Г.Г. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин, С.Л. Авалиани, К.А. Буштуева – М., НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.

19. Рахманин, Ю.А. Современные проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и пути ее совершенствования / Ю.А. Рахманин, С.М. Новиков, С.Л. Авалиани, О.О. Сеницына, Т.А. Шашина // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 2 (10). – С. 4-11.

20. Зайцева, Н.В. Методические подходы к оценке интегрального риска здоровью населения на основе эволюционных математических моделей / Н.В. Зайцева, П.З. Шур, И.В. Май, Д.А. Кирьянов // Здоровье населения и среда обитания. – 2011. – № 10. – С. 6-9.

21. Кузнецова, Т.В. Физическая химия вяжущих материалов / Т.В. Кузнецова, И.В. Кудряшов, В.В. Тимашев. – М.: Высш. шк., 1989. – 382 с.

22. Строганов, В.Ф. Эпоксидные полимерные композиции для строительных технологий / В.Ф. Строганов, И.В. Строганов // Строительные материалы. – 2005. – № 11. – С. 20-21.

23. Бараш, Л.И. Декоративно бумажнослоистые пластики и новые технологии / Л.И. Бараш, В.Г. Шпаковский // Вестник ВНИИДРЕВ. – 2015. – 3(14). – С. 10-13.

24. Хозин, В.Г. Полимеры в строительстве: границы реального применения, пути совершенствования / В.Г. Хозин // Строительные материалы. – 2005. – №11. – С. 8-10.

25. Humphreys, M.F. The use of polymer composites in construction / M.F. Humphreys [Электронный ресурс] // SASBE 2003 - Smart and Sustainable Built Environment, 19-21 November 2003. – Режим доступа: <http://eprints.qut.edu.au/139/1/Humphreys-polymercomposites.PDF> (дата обращения: 7.04.2015).

26. Kasapoğlu, E. Polymer-based Building Materials: Effects of Quality on Durability [Электронный ресурс] /E. Kasapoğlu // 11DBMC International Conference on Durability of Building Materials and Components ISTANBUL, Turkey 11-14 May 2008. – Режим доступа: http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB_DC25697.pdf (дата обращения: 19.03.2016).

27. Сперанская, А.А. Гигиеническая характеристика древесины модифицированной полимерными синтетическими составами как материала для сельского и жилищного строительства / А.А. Сперанская, Л.И. Комиссарова, Т.И. Эзрох, О.И. Пономарева, Г.Н. Клыпуга // Комплексные вопросы гигиены и охраны здоровья населения отдельных регионов Сибири. – М., НИИ гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана. – 1988. – 120 с.

28. Губернский, Ю.Д. Чтобы стройматериалы были безопасными [Электронный ресурс] / Ю.Д. Губернский, Н.В. Калинина // СанЭпидем контроль. – 2012. – № 6. – Режим доступа: http://www.profiz.ru/sec/6_2012/stroitelnye_materialy/ (дата обращения: 23.12.2015).

29. Станкевич, К.И. Гигиена применения полимеров / К. И. Станкевич, Т. В. Бей, А. Г. Пестова, В. С. Свидер, В. О. Шефтель, В. Н. Чекаль, Н. М. Янко. – Киев: «ЗДОРОВ'Я», 1976. – 144 с.

30. Макс, А.А. Проблема безопасности жилых помещений в условиях использования строительных материалов с полимерным компонентом / А.А. Макс., В.С. Евдошенко, С.Ю. Загороднов // Известия Самарского научного центра Российской Академии Наук. – 2011. – Т. 13 – № 1 (8). – С. 2065 – 2069.

31. Косых, А.В. Материаловедение. Современные строительные и отделочные материалы: учебно-методическое пособие /А.В. Косых, Е.Н. Куванова. – Братск.: ГОУ ВПО «Братский государственный университет», 2009. – 116 с.

32. Сидоров, В.И. Химия в строительстве /В.И. Сидоров, Э.П.Агасян, Т.П. Никифорова и др. – М.: АСВ, 2007. – 312 с.
33. Белов В.В., Петропавловская В.Б. Краткий курс материаловедения и технологии конструкционных материалов для строительства: Учебное пособие. – 2-е изд. – Тверь: ТГТУ, 2005. – 180 с.
34. Шварцман, Г.М. Производство древесно-стружечных плит / Г.М. Шварцман, Д.А. Щедро. – М: «Лесная промышленность», 1987. – 318 с.
35. Волынский, В.Н. Технология древесных плит: учебно-справочное пособие/ В.Н. Волынский. – Архангельск, 2007. – 300 с.
36. Ухабина, Т.А. Основные тенденции развития мирового и российского рынка древесно-полимерных композитов и моделирование развития данного сегмента в Пензенской области [Электронный ресурс] / Т.А. Ухабина, Т.В. Учинина // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – №1. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-tendentsii-razvitiya-mirovogo-i-rossiyskogo-rynka-drevesno-polimernyh-kompozitov-i-modelirovanie-razvitiya-dannogo-segmenta-v> (дата обращения: 1.09.2016).
37. Бараш, Л.И. Тонкие декоративные слоистые пластики и их применение / Л.И. Бараш / «Древесные плиты: теория и практика»: материалы научно-практической конференции. – СПб. – 2003. – С. 51-53.
38. Перминова, Д.А. Древесные композиционные материалы на основе карбамидоформальдегидных смол, модифицированных гликолурилом / Д.А. Перминова, В.С. Мальков, И.А. Курзина, Т.Б. Бабушкина // Вестник Томского государственного университета. – 2015. – № 391. – С. 238-241.
39. Федорова, С.С. Рынок древесных плит и фанеры. Российские производители завоевывают рынок / С.С. Федорова // СтройПРОФИль. – 2008. – 6(68). – С. 57-59.
40. Маликова, Г. Российский рынок смол: рост потребления и производства / Г. Маликова // Леспроминформ. – 2013. – № 6(96). – 126-130 с.

41. Walker, J.F. Formaldehyde /J.F. Walker. – New York: American Chemical Society Monograph Series, Second edition, 1953. – 608 p.

42. Огородников, С.К. Формальдегид / С.К. Огородников.– Л.: Химия, 1984. – 280 с.

43. Крюкова, К.А. Формальдегид. Его свойства и применение [Электронный ресурс] / К.А. Крюкова // Электронный журнал. Молодежный научно-технический вестник. Режим доступа: <http://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=32&ved=0ahUKewj2h5PamMjOAhVgFMAKHUcIB184HhAWCCAwAQ&url=http%3A%2F%2Fsntbul.bmstu.ru%2Ffile%2Fout%2F555251&usg=AFQjCNFROh3nACoKfwewkUGobfQiusDVHQ&bvm=bv.129759880,d.ZGg&cad=rjt> (дата обращения: 13.10.2015).

44. Строительство в России. 2016: Стат. сб. [Электронный ресурс] / Росстат. – М., 2016. – 111 с. Режим доступа: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2016/stroit_2016.pdf (дата обращения: 27.03.2017).

45. Кацевман, М.Л. Актуальная ситуация на российском рынке пластмасс. Обсуждение ключевых вопросов в области производства материалов, их применения и переработки [Электронный ресурс] / М.Л. Кацевман. Режим доступа: http://www.interplastica.ru/files/kacevman_polimer_plaza__%E2%80%94korija.pdf (дата обращения: 4.04.2015).

46. Мушинский, А.Н. Строительство быстровозводимых зданий и сооружений / А.Н. Мушинский, С.С. Зимин // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2015. – № 4 (31). – С. 182-193.

47. Шалашов, А.П. Состояние производства древесных плит в России / А.П. Шалашов, Т.М. Поблагуева, И.М. Грошев // Вестник ВНИИДРЕВ. – 2015. –№ 1(12). – С. 2-5.

48. Другов, Ю.С. Контроль воздуха жилых помещений, офисов, административных и общественных зданий / Ю.С. Другов, Л.А. Конопелько, О.Г. Попов.– СПб.: Наука, 2013. – 302 с.
49. Хабаров, В.Б. Санитарно-химические характеристики композиционных древесных материалов и синтетических смол по данным газовой хроматографии / В.Б. Хабаров // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2015. – Т. 15 (2) – С. 196-215.
50. WHO guidelines for indoor air quality. Selected pollutants // WHO, 2010. – 484 p.
51. Salthammer, T. Formaldehyde in the Indoor Environment / T. Salthammer, S. Mentese, R. Marutzky // Chem.Rev. – 2010. – № 110 (4). – P. 2536-2572.
52. Kim, S. Control of formaldehyde and TVOC emission from wood-based flooring composites at various manufacturing processes by surface finishing / S. Kim // Journal of Hazardous Materials. – 2010. – № 176. – P. 14-19.
53. Ludewig, K. Korrelationen zwischen den Formaldehydabgabewerten nach der Prüfkammermethode und den Formaldehydkennwerten nach Perforator- und Gasanalysemethode für Oriented Strand Board (OSB) / K. Ludewig, B. Meyer., T. Salthammer R. Marutzky // Holztechnologie. – 2008. – № 49. – P.36-41.
54. Kim, S. Determination of formaldehyde and tvoc emission factor from wood-based composites by small chamber method / S. Kim, J.-A. Kim, H.-J. Kim, S. Do Kim // Polymer testing. – 2006. – № 5(25). – P. 605-614.
55. Järnström, H. Reference values for structure emissions measured on site in new residential buildings in Finland/ H. Järnström, K. Saarela, P. Kalliokoski, A.-L. Pasanen // Atmos. Environ. – 2007. – 41 (11). – P. 2290-2302.
56. Kelly, T. J. Emission Rates of Formaldehyde from Materials and Consumer Products Found in California Homes / T. J. Kelly, D.L. Smith, J. Satola // Environ. Sci. Technol. – 1999. – № 33 (1). – P. 81-88.

57. LIU, WeiWei. Labeling of volatile organic compounds emissions from Chinese furniture: Consideration and practice / LIU WeiWei. ZHANG YinPing, YAO Yuan // Chinese Science Bulletin. – 2013. – 58. – 3499-3506.

58. Хабаров, В. Об обоснованности ПДК формальдегида [Электронный ресурс] / В. Хабаров // Химия и бизнес. – № 5-6(192). – Режим доступа: <http://chembus.ru/blog/2016/05/06/viktor-habarov-ob-obosnovannosti-pdk-formaldegida/> (дата обращения: 11.08.2016).

59. Крылова, Н.В. Эколого-гигиеническая оценка школьной мебели современных общеобразовательных учреждений: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / Крылова Наталья Валерьевна. – Волгоград, 2003. – 170 с.

60. Разиньков, Е.М. Миграция формальдегида из древесно-стружечных плит / Е.М. Разиньков // Лесотехнический журнал. – 2013. – № 4 (12). – С. 117-125.

61. Maroni, M. Indoor air quality: Air Quality monographs – Vol. 3. / M. Maroni, B. Seifert, B.V Lindvall. – Elsevier Science, 1995. – 1049 p.

62. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Notice of intended change: formaldehyde. // Appl. Occup. Environ. Hyg. – 1992. – № 7. – P. 852–874.

63. Громова, Е.Н. Комбинированное влияние фенола и формальдегида в воздухе жилых помещений на клинико-иммунологические параметры организма человека: автореф. дис. ... канд. мед. наук.: 14.00.36 / Громова, Елена Николаевна. – Челябинск, 2007. – 16 с.

64. Вредные вещества в окружающей среде. Кислородсодержащие органические соединения. Часть I: Справочно-энциклопедическое издание / Под ред. В.А. Филова, Б.А. Ивина, Ю.И. Мусийчука. – С.-Пб.: НПО «Профессионал», 2004, 2007. – 404 с.

65. dosSantosFranco, A.L. Reduced allergic lung inflammation in rats following formaldehyde exposure: long-term effects on multiple effector systems / A.L. dosSantosFranco, H.V. Domingos, A.S. Damazo, A.C. Breithaupt-Faloppa, APL deOliveira, SKP Costa, etal. // Toxicology. – 2009. – № 256. – P. 157-163.

66. Niemelä, R. Formaldehyde exposure in work and the general environment. Occurrence and possibilities for prevention / R. Niemelä, H.Vainio // *Scand J Work Environ Health*. – 1981. – 7(2). – P. 95-100.

67. Wantke F et al. Exposure to gaseous formaldehyde induces IgE - mediated sensitization for formaldehyde in school-children / F Wantke et al. // *Clinical and Experimental Allergy*. – 1996. – № 26. – P. 276-280.

68. Ritchie, I.M. Formaldehyde-related health complaints of residents living in mobile and conventional homes / I.M. Ritchie, R.G. Lehnen // *Am. J. Public Health*. – 1987. – № 77. – P. 323-328.

69. Horvath, E.P. Effects of formaldehyde on the mucous membranes and lungs: A study of an industrial population / E.P. Horvath, H. Anderson, W.E. Pierce et al. // *J. Am. Med. Assoc.* – 1988. – № 259. – P. 701-707.

70. Holmstrom, M. Histological changes in the nasal mucosa in persons occupationally exposed to formaldehyde alone and in combination with wood dust / M. Holmstrom, B. Wilhelmsson, H. Hellquist et al. // *Acta Otolaryngol (Stockh)*. – 1989. – № 107. – P. 120-129.

71. Andersen, I. Controlled human studies with formaldehyde / I. Andersen, L. Molhave // Gibson J.E., ed. *Formaldehyde toxicity*. Washington, DC: Hemisphere Publishing Corporation, 1983. – P. 154-165.

72. Kulle, T.J. Formaldehyde dose-response in healthy nonsmokers/ T.J. Kulle, L.R. Sauder, J.R. Hebel et al. // *J Air Pollut Control Assoc.* – 1987. – № 37. – P. 919-924.

73. Arts JHE, Inhaled formaldehyde: evaluation of sensory irritation in relation to carcinogenicity / JHE Arts, MAJ Rennen, de Heer C. // *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. – 2006. – № 44. – P. 144-160.

74. Paustenbach DJ et al. A recommended occupational exposure limit for formaldehyde based on irritation / DJ Paustenbach et al. // *Journal of Toxicology and Environmental Health*. – 1997. – № 50. – P. 217-263.

75. Krzyzanowski, M. Chronic respiratory effects of indoor formaldehyde exposure / M. Krzyzanowski, J.J. Quackenboss, and M.D. Lebowitz // *Environ. Res.* – 1990. – № 52. – P. 117-125.
76. Kilburn, KH. Pulmonary and neurobehavioral effects of formaldehyde exposure / K.H. Kilburn, R. Warshaw, C.T. Boylen, S.J. Johnson, B. Seidman, R. Sinclair, T Jr Takaro // *Arch Environ Health.* – 1989. – № 44(1). – P. 5-11.
77. Alexandersson, R. Exposure to formaldehyde: effects on pulmonary function / R. Alexandersson, G. Hedenstierna, B. Kolmodin-Hedman // *Arch. Environ. Health.* – 1982. – № 37(5). – P. 279-284.
78. Alexandersson, R. Pulmonary function in wood workers exposed to formaldehyde: a prospective study / R Alexandersson, G. Hedenstierna // *Arch. Environ. Health.* – 1989. – 44(1). – P. 5-11.
79. Malaka, T. Respiratory health of plywood workers occupationally exposed to formaldehyde / T. Malaka, A.M. Kodama // *Arch Environ Health.* – 1990. – № 45. – P. 288-294.
80. Kriebel, D. Reversible pulmonary responses to formaldehyde: A study of clinical anatomy students / D. Kriebel, S.R. Sama, B.Cocanour // *Am Rev Respir Dis.* – 1993. – № 148. – P. 1509-1515.
81. Uthiravelu, P. Pulmonary function test in formalin exposed and nonexposed subjects: A comparative study / P. Uthiravelu, A. Saravanan, C. Kishor Kumar, V. Vaithiyanandane // *J Pharm Bioallied Sci.* – 2015. – № 7(1).– P. 35-39.
82. Tatsuo Sakamoto. Effects of formaldehyde, as an indoor air pollutant, on the airway / Tatsuo Sakamoto // *Allergology International.* – 1999. – № 48(3). – P. 151-160.
83. Smedje, G. Incidence of asthma diagnosis and self-reported allergy in relation to the school environment a four year follow-up in school children / G. Smedje, D.Norback // *International Journal of Tuberculosis and Lung Diseases.* – 2001. – № 5. – P. 1059-1066.

84. Smedje, G. Asthma among secondary schoolchildren in relation to the school environment / G. Smedje, D. Norback, C. Edling // Clin. Exp. Allergy. – 1997. – №27. – P. 1270-1278.

85. Ревелль, П. Среда нашего обитания / П. Ревелль, Ч. Ревелль. – М.: Мир, 1995. – Кн. 2. – С. 191-217.

86. Burnett R.T. The role of particulate size and chemistry in the association between summertime ambient air pollution and hospitalization for cardiorespiratory disease / R.T. Burnett, M. Cakmak, J.R. Brook, D. Krewski // Environ. Health Perspect. – 1997. – 105(6). – P. 614-620.

87. Байдакова, Е.В. Заболеваемость бронхиальной астмой населения Архангельской области / Е. В. Байдакова, Т. Н. Унгурияну, Р.В. Бузинов, А. Б.Гудков // Экология человека. – 2011.– № 12. – С. 8-13.

88. Methyl Methacrylate [Электронный ресурс] / U.S. Environmental Protection Agency, 2000. – Режим доступа: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-09/documents/methyl-methacrylate.pdf> (дата обращения: 18.11.2016).

89. Hoppin, J. A. Phthalate exposure and pulmonary function / J.A. Hoppin, R. Ulmer, S. J. London // Environmental Health Perspectives. – 2004. – № 112(5). – P. 571-574.

90. Бацукова, Н.Л. Фталаты в косметической продукции [Электронный ресурс] / Н.Л. Бацукова, Ю.А. Присмотров, Е.А. Жданович, О.Н. Замбржицкий. – Режим доступа: https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=15&ved=0ahUKewj26vec0LfQAhXC1ywKHSR7Acc4ChAWCDIwBA&url=http%3A%2F%2Fwww.bsmu.by%2Ffiles%2F378c520e75be1e1ce38a3c0e28476baf%2F&usg=AFQjCNFLSDmaHoobs6na_fcSNtGRWILXqA&bvm=bv.139250283,d.bGg&cad=rjt (дата обращения: 13.11.2015).

91. Боканева, С.А. Эпихлоргидрин, его токсиколого-гигиеническая характеристика и значение в гигиенической регламентации новых

эпоксидных смол: автореф. дис. ... канд. биол. наук. / С.А. Боканева. – М., 1980. – 17 с.

92. Ракитский, В.Н. Методические аспекты гигиенической оценки безопасности полимерных материалов, контактирующих с пищевыми продуктами / В.Н. Ракитский, Т.В. Юдина, Н.Е. Федорова // Вопросы питания. – 2012. – № 6(81). – С. 67-73.

93. Criteria for a Recommended Standard...Occupational Exposure to Formaldehyde [Электронный ресурс] / U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Public Health Service, Center for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health. – Washington, D.C.: Government Printing Office, 1976. а. – 165 p. – Режим доступа: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/77-126/default.html> (дата обращения: 21.07.2017).

94. Toxicological Profile for Formaldehyde [Электронный ресурс] /Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Public Health Service, 1999. – 414 p. – Режим доступа: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp111.pdf> (дата обращения: 10.02.2017).

95. Appel, K-E et al. Kann fur Formaldehyde eine sichere Konzentration abgeleitet werden Analyse der Daten zur krebserzeugenden Wirkung / K-E Appel et al. // Umweltmedizin in Forschung und Praxis. – 2006. – № 11. – P. 347-361.

96. Garrett, M.H. et al. Increased risk of allergy in children due to formaldehyde exposure / M.H. Garrett, et al. // Allergy. – 1999. – 54. – P. 330-337.

97. Matsunaga, I et al. Ambient formaldehyde levels and allergic disorders among Japanese pregnant women: baseline data from the Osaka maternal and child health study / I. Matsunaga et al. // Annals of Epidemiology. – 2008. – № 18. – P. 78-84.

98. Bardana, E.J. Formaldehyde: an analysis of its respiratory, cutaneous, and immunologic effects/ Jr1 E.J. Bardana, A. Montanaro // Ann Allergy. – 1991. – № 66(6). – P. 441-452.

99. Балаболкин, И.И. Влияние экологических факторов на распространенность и течение аллергических болезней у детей / И.И. Балаболкин, А.А. Ефимова, Н.В. Авдеенко // Иммунология. – 1991. – № 4. – С. 34-36.
100. Маршалл В. Д. Клиническая биохимия / В.Д. Маршалл – М., 1999. – 376 с.
101. Gao, X. The relationship between clinical symptoms and formaldehyde exposure concentrations / X.Gao, P. Zhang, R., Yao N. Qian // J Labour. Med. – 1988. – № 1. – P. 14-17.
102. Yu, HF. Investigation on indoor air pollution in furniture markets / HF Yu, XY Li, J Lv, YL Wang, FR Zheng, LY Zhang, et al. // J Environ Health. – 2000. – № 17(4). – P. 224-227.
103. Yuan, CH. Health effect on anatomy teachers exposed to formaldehyde / CH Yuan, B. Dong // Chin J Clin Anat. – 2007. – № 25(3) – 105 p.
104. Остапович, И.К. К характеристике сенсibiliзирующего действия сернистого ангидрида и формальдегида при различных режимах их ингаляции / И.К. Остапович // Гигиена и санитария. – 1975. – № 2. – С. 9-13.
105. Oltramare, M. Toxicologie du styrene monomere, Geneva: Editions Medicine et Hygiene/ M. Oltramare, E. Desbaumes, C. Imhoff, – 1974. – 100 p.
106. Integrated Risk Information System (IRIS) on Caprolactam [Электронный ресурс] / U.S. Environmental Protection Agency. National Center for Environmental Assessment, Office of Research and Development, Washington, DC, 1999. – Режим доступа: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-09/documents/caprolactam.pdf> (дата обращения: 22.01.2017).
107. Артамонова, В.Г. Профессиональные болезни / В.Г. Артамонова, Н.А. Мухин. – М.: «Медицина», 2006. – 479 с.
108. Маркизова, Н.Ф. Нефтепродукты / Н.Ф. Маркизова, А.Н. Гребенюк, В.А. Басаргин, Т.Н. Преображенская – Сер. Токсикология для врачей. СПб.: «Фолиант», 2004. – 128 с.

109. Deese, D.E. Vinyl acetate: a study of chronic human exposure / D.E. Deese R.E. Joyner // *Am. ind. Hyg. Assoc.* – 1969. – 30(5). – P. 449-457.

110. Куценко, С.А. Основы токсикологии / С.А. Куценко. – СПб., 2002. – 119 с.

111. Tong, Z.M. Analysis on genetic toxicity of formaldehyde on occupational exposure population / Z.M. Tong, J. Shi, J.S. Zhao et al. // *Chin J Public Health.* – 2006. – № 22(7). – P. 783-784.

112. Jin, F. Cytogenetic effects on peripheral blood lymphocytes of workers occupationally exposed to formaldehyde / F Jin, R. Zhu // *Chin J. Ind. Hyg. Occup. Dis.* – 1992. – № 10(5). – P. 277-281.

113. Астахова, З.Т. Профилактика и лечение заболеваний сердца на предприятии нефтехимической промышленности / З.Т. Астахова // *Клиническая фармакология и терапия.* – 1995. – № 4. – С. 42.

114. Toxicological Profile for Styrene: U.S. Department of Health and Human Services. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. – Atlanta, 2010. – 236 p.

115. Голиченков А.М. Экспериментальное изучение комбинированного действия основных химических загрязнителей воздуха жилых помещений - фенола, стирола и формальдегида // *Збірка тез. наук.-практич. конф. пам'яті О.М. Марзєєва Вип. 2. Київ.* – 1999. – С. 56-59.

116. Ye., X. Cytogenetic analysis of nasal mucosa cells and lymphocytes from high-level long-term formaldehyde exposed workers and low level short-term exposed waiters / X. Ye., W. Yan, H. Xie et al. // *Mutat Res.* – 2005. – № 23(7). – P. 129-132.

117. Chronic Toxicology Summary: Styrene. [Электронный ресурс] / State of California, Office of Environmental Health Hazard Assessment (ОЕННА), California, 2012. – Режим доступа: <https://www.osha.gov/SLTC/styrene> (дата обращения: 20.09.2016).

118. Зайцева, Н. В. Нарушения белкового состава крови человека в условиях воздействия ароматических углеводов / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, А.В. Тарантин // Экология человека. – 2013. – № 7. – С. 15-26.

119. Долгих О.В. Медико-экологическая оценка влияния некоторых производных бензольного ряда на состояние здоровья населения: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 03.00.16 / Долгих Олег Владимирович – Пермь, 1997. – 23 с.

120. Агаронян, Ж.П. Электрическая активность сердца у лиц, занятых на производстве винилацетата и его производных / Ж.П. Агаронян, В.Г. Амагуни // Академия наук Армянской ССР, Кровообращение. – 1980. – № 4. – С. 31-36.

121. Трахтенберг, И.М. Проблема кардиовазотоксического действия экзогенных химических веществ [Электронный ресурс] / И.М. Трахтенберг, В.А. Тычинин. – 2003. – Режим доступа: http://www.journal.ukrcardio.org/cardio_archive/2003/5/trachtenberg.htm (дата обращения: 11.10.2016).

122. Чумакова, О.Л. Воздействие антропогенных факторов мегаполиса на адаптацию детей и подростков / О.Л. Чумакова, В.В. Глебов // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 8. – С. 60-61.

123. Toxicological profile for phenol [Электронный ресурс] / U.S. Department of health and human services Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry. – 2008. – 268 p. Режим доступа: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-09/documents/methyl-methacrylate.pdf> (дата обращения: 14.12.2015).

124. Xu, S.Y. Hygenic investigation of the effect of formaldehyde on the workers' health / S.Y. Xu, G.L. Yi, S.H. Li // Occup. Health. – 2007. – № 23(7). – P. 491-492.

125. Гофмеклер, В.А. Эмбриотропное действие бензола и формальдегида при ингаляционном пути воздействия в экспериментах / В.А. Гофмеклер // Гигиена и санитария. – 1968. – № 3 – С. 12-16.

126. Соболева, Н.П. Состояние здоровья детского населения Тверской области / Н. П. Соболева, И. И. Макарова // Экология человека. – 2006. – № 8. – С. 20-23.

127. Zhang, Y.H. Phthalate exposure and human semen quality in Shanghai: A cross sectional study / Y.H. Zhang, L.X. Zheng, B.H. Chen // Biomedical and Environmental Sciences. – 2006. – № 19. – P. 205-209.

128. Reddy, B. Association of phthalate esters with endometriosis in Indian women. / B. Reddy, R. Rozati, N. Raman // International Journal of Obstetrics and Gynecology. – 2006. – № 113. – P. 515-520.

129. Верзилина, И.Н. Влияние антропогенных загрязнителей атмосферы на частоту врожденных аномалий развития среди новорожденных детей в г. Белгороде /И.Н. Верзилина, Н.М. Агарков, М. И. Чурносков // Экология человека. – 2007. – № 8. – С. 10-14.

130. Baan, R et al. A review of human carcinogens Part F: chemical agents and related occupations / R. Baan et al. // Lancet Oncology. – 2009. – № 10. – P. 1143-1144.

131. Крысова, Л.В. Эколого-генетический эффект формальдегида / Л.В. Крысова, О.Н. Антосюк, Н.А. Марвин, А.М. Марвин // Аграрный вестник Урала. – 2011. – № 6(85). – С. 54-55.

132. Hauptmann, M et al. Mortality from solid cancers among workers in formaldehyde industries / M.Hauptmann et al. // American Journal of Epidemiology. – 2004. – № 159. – P. 1117-1130.

133. Bachand, A. Epidemiological studies of formaldehyde exposure and risk of leukemia and nasopharyngeal cancer: A meta-analysis / A. Bachand, K.A. Mundt, D.J. Mundt // Crit. Rev. Toxicol. – 2010. – № 40(2). – P. 85-100.

134. Coggon, D et al. Extended follow-up of a cohort of British chemical workersexposed to formaldehyde / D. Coggon et al. // Journal of the National Cancer Institute. – 2003. – № 95. – P. 1608–1615.

135. Германова, А.Л. Формальдегид / А.Л.Германова; под общей редакцией Н.Ф. Измерова //Научные обзоры советской литературы по

токсичности и опасности химических веществ. – М.: Центр международных проектов ГКНТ, 1982. – 20 с.

136. Neri, M. Children's exposure to environmental pollutants and biomarkers of genetic damage. I. Overview and critical issues / M. Neri, S. Bonassi, L.E. Knudsen, R.J. Sram, N. Holland, D.Ugolini et al. // *Mutat. Res.* – 2006. – № 612(1). – P. 1-13.

137. Legaton, M. Integration of mammalian, microbial and drosophila procedures for evaluating chemical mutagens / M. Legaton, S. Zimmering // *Mutat. Res.* – 1975. – № 29(2). – P. 181-188.

138. Vinyl acetate [Электронный ресурс]/ IARC Monogr. Eval. Carcinog. Risks. Hum. – 1995. – № 63. – P. 443-465. Режим доступа: <https://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol63/mono63-19.pdf> (дата обращения: 30.08.2016).

139. Some Traditional Herbal Medicines, Some Mycotoxins, Naphtalene and Styrene [Электронный ресурс] / IARC Monographs on Evaluation Carcinogenic Risks in Humans. – 2002. – № 82. – P. 437-522. Режим доступа: <https://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol82/mono82.pdf> (дата обращения: 2.09.2016).

140. Albertini, RJ. Vinyl acetate monomer (VAM) genotoxicity profile: relevance for carcinogenicity / RJ Albertini // *Crit. Rev. Toxicol.* – 2013. – № 43(8). – P. 671-706.

141. Bogdanffy, MS. Differentiating between local cytotoxicity, mitogenesis, and genotoxicity in carcinogen risk assessments: the case of vinyl acetate / MS Bogdanffy, R. Valentine // *Toxicol Lett.* – 2003. – № 11. – P. 140-141.

142. Styrene (CASRN 100-42-5) [Электронный ресурс] / Environmental Protection Agency (EPA), Integrated Risk Information System (IRIS). – 2000. – Режим доступа: URL: <http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/styrene.htm> (дата обращения: 17.08.2016).

143. Эпихлоргидрин / Под ред. Н.Ф. Измерова. - М.: МРПТХВ, Центр международных проектов ГКНТ, 1986. – 33 с.

144. Bornehag, C.G. et al. The association between asthma and allergic symptoms in children and phthalates in house dust: A nested case-control study / C.G. Bornehag et al. // *Environ. Health Perspect.* – 2004. – № 112. – P. 1393-1397.

145. Wieslander, G et al. Asthma and the indoor environment: the significance of emission of formaldehyde and volatile organic compounds from newly painted indoor surfaces / G. Wieslander et al. // *International Archives of Occupational and Environmental Health.* – 1997. – № 69. – P. 115–124.

146. Huang, Y. An analysis report about peripheral blood anemia induced by excessive formaldehyde in abiding place / Y. Huang, Z. Zou, H. Deng // *Jiangsu Environ. Sci. Technol.* – 2007. – № 20. – P. 16-17.

147. Centers for Disease Control and Prevention. Epidemiologic Notes and Reports Acute Effect of Indoor Exposure to Paint Containing Bis (tributyltin) Oxide – Wisconsin, 1991 [Электронный ресурс] / Centers for Disease Control and Prevention // *MMWR.* – 1991. – № 40(17). – P. 280-281. – Режим доступа: <https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/00001970.htm> (дата обращения: 19.04.2017).

148. Sexton, K. Human biomonitoring of Environmental Chemicals / K. Sexton, L.L. Needham, J.L. Pirkle // *American Scientist.* – 2004. – V. 92. – P. 38-45.

149. DeCaprio, A.P. Biomarkers: coming of age for environmental health and risk assessment / A.P. DeCaprio // *Environmental Science & Technology.* – 1997. – № 31. – P. 1837-1848.

150. Гилева, О.В. Методическое обеспечение определения токсичных и эссенциальных элементов в биологических средах человека для задач социально-гигиенического мониторинга и биомедицинских исследований / О.В. Гилева Т.С. Уланова, Г.А. Вейхман, А.В. Недошитова, Е.В. Стенно // *Гигиена и санитария.* – 2016. – Т. 95(1). – С. 116-121.

151. Зайцева, Н.В. Практическое применение метода газовой хроматографии для определения ароматических углеводородов в

биологических жидкостях / Н.В. Зайцева, Т.С.Уланова, Т.В. Нурисламова // Гигиена и санитария. – 1999. – № 5. – С. 75-77.

152. Зайцева, Н.В. Определение альдегидов в биологических средах методом ВЭЖХ /Н.В.Зайцева, Т.С.Уланова, Т.С. Карнажицкая, А.М. Сыпачева // Гигиена и санитария. – 2002. – № 2. – С. 77-79.

153. Май, И.В. Формирование доказательной базы вреда здоровью при расследовании фактов нарушения прав граждан на благоприятную среду обитания в зонах влияния объектов по хранению и перегрузки нефти [Электронный ресурс] / И.В. Май, В.С. Евдошенко // Электронный журнал «Здоровье семьи 21 век». – 2012. – № 3. – Режим доступа: <http://fh-21.perm.ru/download/2012-3-12.pdf> (дата обращения: 8.08.2017).

154. Зайцева, Н.В. Особенности клеточного звена иммунитета у детей в условиях внешнесредовой экспозиции толуолом, формальдегидом, фенолом / Н.В. Зайцева, О.В. Долгих, Д.Г. Дианова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14. – № 5-2. – С. 341-343.

155. Харахорина, Р.А. Влияние техногенных химических факторов на особенности иммунной регуляции и продукцию медиаторов у детей с аллергическими заболеваниями / Р.А. Харахорина, О.В. Долгих, Т.С. Лыхина // Уральский медицинский журнал. – 2012. – № 10. – С. 89-91.

156. Горшкова, К.Г. Особенности показателей иммунной регуляции у детского и взрослого населения в условиях крупного промышленного центра / К.Г. Горшкова, Т.С. Лыхина, Д.В. Ланин, Т.А. Легостаева // Российский иммунологический журнал. – 2014.– Т.8.– № 3(17). – С. 291-293.

157. Liu, L. Acute effects of air pollution on pulmonary function, airway inflammation, and oxidative stress in asthmatic children / L. Liu, R. Poon, L. Chen, A.M. Frescura, P. Montuschi, G. Ciabattini, A.Wheeler, R.Dales // Environ. Health Perspect. – 2009. –V. 117(4). – P. 668-674.

158. О применении санитарных, ветеринарно-санитарных и фитосанитарных мер в таможенном союзе в рамках Евразийского экономического сообщества [Электронный ресурс]: Решение Высшего

Евразийского экономического совета от 21 мая 2010 г. N 39. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_100743/ (дата обращения: 26.05.2017).

159. Соглашение о проведении согласованной политики в области технического регулирования, санитарных и фитосанитарных мер. Международное соглашение от 25.01.2008 // Бюллетень международных договоров, 2012. – № 8.

160. О безопасности мебельной продукции. Технический регламент Таможенного союза от 15 июня 2012 г. N 025/2012 [Электронный ресурс]: Решение Совета ЕЭК от 15 июня 2012 г. N 32. – Режим доступа: http://www.eurasiancommission.org/ru/Lists/EECDocs/RS_P_32.pdf (дата обращения: 12.07.2016).

161. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) [Электронный ресурс]: Решение Комиссии Таможенного союза от 28 мая 2010 г. N 299. – Режим доступа: http://www.tsouz.ru/KTS/KTS17/Pages/P2_299.aspx (дата обращения: 11.02.2017).

162. Временные методические указания по обоснованию предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест: методические указания заместителя Главного государственного санитарного врача СССР от 15.07.1988 N 4681-88. Опубликовано: / Министерство здравоохранения СССР; Главное санитарно-эпидемиологическое управление. – М., 1989 год.

163. ГН 2.1.6.1338-2003 Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. с изменениями и дополнениями [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_42954/ (дата обращения: 22.09.2016).

164. МУ № 1.1.578-96 Требования к постановке экспериментальных исследований по обоснованию предельно допустимых концентраций промышленных химических аллергенов в воздухе рабочей зоны и атмосферы [Электронный ресурс]: утв. Госкомсанэпиднадзором России от 21 окт. 1996 г. № 1.1.578-96. – Режим доступа: http://www.lawrussia.ru/texts/legal_216/doc216a869x900.htm (дата обращения: 16.09.2016).

165. Габович, Р.Д. Гигиена / Р.Д. Габович, С.С Познанский, Г.Х Шахбазян. – Киев: Вища школа, Головное изд-во, 1981. – 320 с.

166. Большаков, А.М. Общая гигиена: учебное пособие/А.М. Большаков, В.Г. Маймулов [и др.]. – 2009. – 832 с.

167. Руководство по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ загрязняющих окружающую среду Р 2.1.10.1920-04. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

168. EPA. National Air Toxics Information Clearinghouse: NATISH data base report on state, local and EPA air toxics activities. [Электронный ресурс] Research Triangle Park, NC: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Air Quality Planning and Standards. – Режим доступа: <https://www.epa.gov/national-air-toxics-assessment/2011-nata-assessment-results#modeled>. (дата обращения: 20.10.2015).

169. Formaldehyde. Residential Indoor Air Quality Guideline [Электронный ресурс] / Health Canada. – 2006. – 3 р. – Режим доступа: <https://www.canada.ca/content/dam/canada/health-canada/migration/healthy-canadians/publications/healthy-living-vie-saine/formaldehyde/alt/formaldehyde-eng.pdf> (дата обращения: 14.08.2015).

170. Bai, Z. Indoor air quality related standards in China / Z.Bai, C. Jia, T. Zhu, J. Zhang // The 9th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Proceeding Vol. IV, USA. – 2002. – June 30 - July 5. – P. 1012-1017.

171. О внесении изменения №11 в ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном

воздухе населенных мест [Электронный ресурс]: Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 17 июня 2014 г. № 37. – Режим доступа: <https://rg.ru/2014/07/14/eco-dok.html> (дата обращения: 24.11.2015).

172. Рахманин, Ю.А. Актуализация проблем экологии человека и гигиены окружающей среды и пути их решения/ Ю.А. Рахманин // Гигиена и санитария. – 2012. – № 5. – С. 4-8.

173. Новиков, С.М. Актуальные вопросы методологии и развития доказательной оценки риска здоровью населения при воздействии химических веществ / С.М. Новиков, М.В. Фокин, Т.Н. Унгурияну // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95. – № 8. – С. 711-716.

174. Зайцева, Н.В. Методические подходы и материалы по обоснованию гармонизированной среднегодовой предельно допустимой концентрации никеля в атмосферном воздухе / Н.В.Зайцева, П.З. Шур, Н.Г. Атискова, А.А. Шараева, К.В. Романенко, В.А. Фокин // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94. – № 1. – С. 108-111.

175. Авалиани, С.Л. Проблемы гармонизации нормативов атмосферных загрязнений и пути их решения / С.Л. Авалиани, С.М. Новиков, Т.А. Шашина, Н.С. Скворцова, А.Л. Мишина // Гигиена и санитария. – 2012. – № 5. – С. 75-78.

176. Арнаутов, О.В. О совершенствовании механизмов установления и изменения показателей качества и безопасности пищевой продукции в нормативных и правовых актах Евразийского Экономического Союза / О.В. Арнаутов // Вопросы питания. – 2016. – № 1. – С. 110-116.

177. Еловская, Л.Т. Гармонизация отечественного и зарубежного санитарного законодательства по проблеме промышленных аэрозолей / Л.Т. Еловская, Л.В. Прокопенко // Медицина труда и промышленная экология. – 2014. – № 2. – С. 1-5.

178. Зайцева, Н.В. Опыт обоснования гигиенических нормативов безопасности пищевых продуктов с использованием критериев риска здоровью населения / Н.В. Зайцева, В.А. Тутельян, П.З. Шур, С.А.

Хотимченко, С.А. Шевелева // Гигиена и санитария. – 2014. – Т. 93. – № 5. – С. 70-74.

179. Рахманин, Ю.А. Состояние и актуализация задач по совершенствованию научно-методологических и нормативно-правовых основ в области экологии человека и гигиены окружающей среды / Ю.А. Рахманин, О.О. Сеницына // Гигиена и санитария. – 2013. – № 5. – С. 4-11.

180. WHO Human Health Risk Assessment Toolkit: Chemical Hazards [Электронный ресурс] / WHO. – 2010. – 87 р. – Режим доступа: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44458/1/9789241548076_eng.pdf?ua=1 (дата обращения: 17.12.2015).

181. Guidelines for the Health Risk Assessment of Chemical Mix [Электронный ресурс] / EPA, Washington, 1986. – 29 р. – Режим доступа: https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-11/documents/chem_mix_1986.pdf (дата обращения: 3.09.2016).

182. Environmental health risk assessment. Guidelines for assessing human health risks from environmental hazards [Электронный ресурс] / En. Health, Australia, 2012. – 244 р. – Режим доступа: <http://www.eh.org.au/documents/item/916> (дата обращения: 19.05.2017).

183. On general product safety [Электронный ресурс]: Directive 2001/95/EC of the European Parliament and of the Council of 3 December 2001. – 14 р. – Режим доступа: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32001L0095&from=EN> (дата обращения: 28.11.2015).

184. Кучинская, Л.В. Опыт контроля и надзора за потребительским рынком стран-участниц Европейского союза / Л.В. Кучинская // Вестник Российской таможенной академии. – 2010. – № 3. – С. 38-45.

185. Онищенко, Г.Г. Оценка и управление рисками для здоровья как эффективный инструмент решения задач обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации / Г.Г. Онищенко // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 1. – С. 4-14.

186. Зайцева, Н.В. Правовые аспекты оценки риска для здоровья населения при обеспечении безопасности товаров: мировой зарубежный опыт и практика таможенного союза / Н.В. Зайцева, И.В. Май // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 3. – С. 4-17.

187. Toys and chemical safety a thought starter [Электронный ресурс] // Forum Standing Committee Working Group // Fifth Session of the Intergovernmental Forum on Chemical Safety, Budapest, Hungary, 25-29 September 2006. – Режим доступа: www.who.int/ifcs/documents/forums/forum5/03_ts_en.doc (дата обращения: 4.06.2017).

188. Виткин, Л. Построение модели оценивания риска продукции / Л. Виткин, И. Саевич, С. Лапач // Стандарты и качество. – 2008 – № 2. – С. 30-31.

189. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития. Под общей ред. Акад. РАН Онищенко Г.Н., акад. РАН Зайцевой Н.В. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 738 с.

190. The Report of the Scientific Steering Committee's Working Group on Harmonisation of Risk Assessment Procedures in the Scientific Committees advising the European Commission in the area of human and environmental health / Scientific Steering Committee, EU. // First Report on the Harmonisation of Risk Assessment Procedures, Brussels, 2000. – Part 1. – 173 p.

191. Klaassen, C.D. Casarett and Doull's toxicology: the basic science of poisons / C.D. Klaassen // 7th edn. New York: McGraw-Hill, 2008. – P. 1309.

192. Hartung, R. Dose-response relationship // Toxic substances and human risk: principles of data interpretation, New York: Plenum press, 1987. – P. 29–46.

193. Haas, C.N. Estimation of risk due to low doses of microorganisms: a comparison of alternative methodologies / C.N. Haas // American journal of epidemiology. – 1983. – V. 118. – P. 573-582.

194. Marks, H.M. Topics in microbial risk assessment: dynamic flow tree process / H.M. Marks, E. M Coleman, C.T. Lin, T. Roberts // Risk analysis. – 1998. – V. 18. – P. 309-328.

195. Kodell, R.L. Statistical models of health risk due to microbial contamination of foods / R.L. Kodell, S. Kang, J.J. Chen // Environmental and ecological statistics. – 2002. – V. 9. – P. 259-271.

196. Holcomb, D.L. Comparison of six dose-response models for use with food-borne pathogens / D.L. Holcomb, M.A. Smith, G.O. Ware, Y.C. Hung, R.E. Brackett, M.P. Doyle // Risk analysis. – 1999. – Vol. 19. – P. 1091-1100.

197. Farber, J.M. Health risk assessment of *Listeria monocytogenes* in Canada / J.M. Farber, W.H. Ross, J. Harwig // International journal of food microbiology. – 1996. – Vol. 30. – P. 145-156.

198. Инструкция 2.1.8.10-12-3-2005 Оценка риска здоровью населения от воздействия шума в условиях населенных мест [Электронный ресурс]: Постановление Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 22 февр. 2005 N 20. – Режим доступа: <http://pravo.levonevsky.org/bazaby11/republic30/text792.htm> (дата обращения: 17.02.2017).

199. Weismann, A Eine Theorie der Vererbung / A.Weismann – Jena, 1892. – 520 p.

200. Medawar, P.B. An Unsolved Problem of Biology / P.B. Medawar – London, 1952. – 24 p.

201. Зайцева, Н.В. Методические подходы к оценке риска воздействия разнородных факторов среды обитания на здоровье населения на основе эволюционных моделей/ Н.В. Зайцева, П.В. Трусков, П.З. Шур, Д.А. Кирьянов, В.М. Чигвинцев, М.Ю. Цинкер // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 1. – С. 15-23.

202. Онищенко, Г.Г. К оценке безопасности для здоровья населения рактопамина при его поступлении с пищевыми продуктами / Г.Г. Онищенко, А.Ю. Попова, В.А. Тутельян, Н.В. Зайцева, С.А. Хотимченко, И.В.

Гмошинский, С.А. Шевелева, В.Н. Ракитский, П.З. Шур, А.Б. Лисицын, Д.А. Кирьянов // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2013.– № 6.– С. 4-8.

203. Губернский, Ю.Д. Оценка риска воздействия на здоровье населения химических веществ, загрязняющих воздух жилой среды / Ю.Д. Губернский // Гигиена и санитария. – 2006. – № 6. – С. 27-30.

204. Гржибовский, А.М. Поперечные (одномоментные) исследования в здравоохранении / А.М. Гржибовский, С.В. Иванов // Наука и здравоохранение. – 2015. – № 2. – С. 5-18.

205. WHO. Global burden of disease 2004 update: disability weights for diseases and conditions [Электронный ресурс]. – 2004. – Режим доступа: http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/GBD2004_DisabilityWeights.pdf (дата обращения: 18.04.2016).

206. Автономов, А.Н. Анализ факторов покупательского спроса продукции ОАО «Чебоксарский завод строительных материалов / А.Н. Автономов, А.А. Семенова // Вестник Российского университета кооперации. 2014. – № 3(17). – С. 129-131.

207. Курбатов, В.Л. Использование строительных материалов, изделий и инструментов нового поколения при ремонте дома / В.Л. Курбатов, Н.Д. Комарова // Актуальные вопросы современной науки Сборник научных докладов 21- ой научно-практической конференции. – 2015. – С. 7-11.

208. Качинский Г. Особенности потребительского поведения на рынке строительных и отделочных материалов в городах-миллионниках. [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.who.int/ifcs/documents/forums/forum5/03_ts_en.doc (дата обращения: 12.03.2016).

209. Вусик, И.В. Продвижение на рынке строительных материалов с учетом специфики рынка / И.В. Вусик // Российское предпринимательство. – 2011. – № 6-2. – С. 124-128.

210. Кириллов, С.Ю. Критерии потребительского выбора магазинов розничной торговли сегмента (товары для строительства и ремонта) / С.Ю.Кириллов // Актуальные направления фундаментальных и прикладных исследований Материалы V международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 110-111.

211. Вознесенский, В.А. Современные методы оптимизации композиционных материалов / В.А. Вознесенский – Киев: Наукова думка, 1983. – 144 с.

212. Сыс, В.В. Особенности пропитки арамидной ткани вязким составом при изготовлении деталей из композитного материала / В.В. Сыс, Ю.Н. Бардачев // Проблемы легкой и тяжелой промышленности Украины. – 2012. – № 2(20). – С. 74-78.

213. Шабанов, Д.Н. Моделирование структуры непрерывных волокнистых наполнителей в полимерных связующих / Д.Н. Шабанов, С.А. Терехов // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F: Строительство. Прикладные науки. – 2015. – № 16.– С. 70-76.

214. Белозеров, Н.В. Технология резины / Н.В. Белозеров, М.: Химия, 1979. – 472 с.

215. Иванова, В.Н. Технология резиновых изделий / В.Н. Иванова, Л.А. Алешунин, Л.: Химия, 1988. – 288 с.

216. Латышевская Н.И. Гигиеническая оценка школьной мебели в образовательных учреждениях города Волгограда (экспериментальное исследование) / Н.И. Латышевская, Н.В. Крылова, Л.А. Давыденко, Л.П. Сливина // Профилактическая и клиническая медицина. – 2014. – № 1(50). – С. 36-39.

217. Сычев, А.А. Бюджет времени молодой семьи в региональном социуме/А.А.Сычев, К.В. Фофанова, Л.А.Якина // Регионология. – 2010. – № 4. – С. 233-238.

218. Алёшина, Т.Е. Зависимость работоспособности от соблюдения режима дня / Т.Е. Алёшина, А.А. Наумова, Т.А. Наумова // Инновационная наука. – 2016. – № 10-3. – С. 28-30.

219. Аскарьянц, В.П. Изучение образа жизни студентов младшекурсников/ В.П. Аскарьянц //Теория и практика современной науки. – 2017. – № 2(20). – С. 54-57.

220. Онищенко, Г.Г. Гигиеническая индикация последствий для здоровья при внешнесредовой экспозиции химических факторов / Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцева, М.А. Землянова / Под ред. Г.Г. Онищенко. – Пермь: Книжный формат, 2011. – 532 с.

221. Тараненко Н.А. Биомониторинг формальдегида в пробах мочи детского населения Иркутской области /Н.А. Тараненко, Н.В. Ефимова // Гигиена и санитария. – 2007. – № 4. – С. 73-75.

222. U.S. Department of health and human services Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile: Benzene. – 2007. – 438 p.

223. Профилактика заболеваний органов дыхания у детей, проживающих в условиях загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом. Методические рекомендации. – М.: Федеральное государственное учреждение науки «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 2013. – 22 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица – Коды и расшифровка по Товарной номенклатуре внешнеэкономической деятельности исследуемых типов продукции

Код полимерного и полимерсодержащего строительного материала (код ТН ВЭД ТС)	Расшифровка
4411	Плиты древесно-волоконистые из древесины или других одревесневших материалов с добавлением или без добавления смол или других органических веществ
4016 91 000 0	Покрытия напольные и коврики, резинки канцелярские
4412	Фанера клееная, панели фанерованные и аналогичные материалы из слоистой древесины
4814	Обои и аналогичные настенные покрытия; бумага прозрачная для окон
3918 10	Покрытия для пола из пластмасс, самоклеящиеся или несамоклеящиеся, в рулонах или пластинах; покрытия для стен или потолков из пластмасс, из полимеров винилхлорида
4410	Плиты древесно-стружечные, плиты с ориентированной стружкой (OSB) и аналогичные плиты (например, вафельные плиты) из древесины или других одревесневших материалов, пропитанные или не пропитанные смолами и пр.
3925	Детали строительные из пластмасс, в другом месте не поименованные или не включенные резервуары, цистерны, баки и аналогичные емкости объемом более 300 л, двери, окна и их рамы, пороги для дверей, тавни, шторы (включая венецианские жалюзи) и аналогичные изделия и их части
5903	Текстильные материалы, пропитанные, с покрытием или дублированные пластмассами
5904	Линолеум, выкроенный или не выкроенный по форме; напольные покрытия на текстильной основе, выкроенные или не выкроенные по форме
6806	Шлаковата, минеральная силикатная вата и аналогичные минеральные ваты; вермикулит расслоенный, глины вспученные, шлак вспененный и аналогичные вспученные минеральные продукты; смеси и изделия из теплоизоляционных, звукоизоляционных или звукопоглощающих минеральных материалов, кроме изделий товарной позиции 6811 или 6812 или группы 69
4811	Бумага, картон, целлюлозная вата и полотно из целлюлозных волокон, с покрытием, пропитанные, ламинированные, с окрашенной или декорированной поверхностью или напечатанные, в рулонах или прямоугольных (включая квадратные) листах любого размера
5905	Настенные покрытия из текстильных материалов
3920	Плиты, листы, пленка и полосы или ленты, прочие, из пластмасс, непористые и неармированные, неслоистые, без подложки и не соединенные аналогичным способом с другими материалами

Продолжение таблицы

Код полимерного и полимерсодержащего строительного материала (код ТН ВЭД ТС)	Расшифровка
3919	Плиты, листы, пленка, лента, полоса и прочие плоские формы, из пластмасс, самоклеящиеся, в рулонах или не в рулонах
3922	Ванны, души, раковины для стока воды, раковины для умывания, биде, унитазы, сиденья и крышки для них, бачки сливные и аналогичные санитарно-технические изделия, из пластмасс
6811	Изделия из асбоцемента, из цемента с волокнами целлюлозы или из аналогичных материалов
6908	Плиты для мощения, плитки облицовочные для полов, печей, каминов или стен керамические глазурованные; кубики керамические глазурованные для мозаичных работ и аналогичные изделия, на основе или без нее
3214	Замазки стекольная и садовая, цементы смоляные, составы для уплотнения и прочие мастики; шпатлевки для малярных работ; неогнеупорные составы для подготовки поверхностей фасадов, внутренних стен зданий, полов, потолков или аналогичные
4413 00 000 0	Древесина прессованная в виде блоков, плит, брусьев или профилированных форм
4420	Двери и их рамы и пороги
4601	Плетеные и аналогичные изделия из материалов для плетения, соединенные или не соединенные в полосы или ленты; материалы для плетения, плетеные и аналогичные изделия из материалов для плетения, связанные в параллельные пряжи или сотканые, в виде листов, законченные или незаконченные
4823	Бумага, картон, целлюлозная вата и полотно из целлюлозных волокон, прочие, нарезанные по размеру или форме; изделия из бумажной массы, бумаги, картона, целлюлозной ваты или полотна из целлюлозных волокон, прочие
5602	Войлок или фетр, пропитанные или непропитанные, с покрытием или без покрытия, дублированные или недублированные
5701	Узелковые ковры и прочие текстильные напольные покрытия, готовые или неготовые
5702	Тканые ковры и прочие текстильные напольные покрытия, нетафтинговые или нефлокированные, готовые или неготовые, включая "килим", "сумах", "кормани" и аналогичные ковры ручной работы
5703	Ковры и прочие текстильные напольные покрытия тафтинговые, готовые или неготовые
5704	Ковры и прочие текстильные напольные покрытия из войлока, нетафтинговые или нефлокированные, готовые или неготовые
5705	Ковры и текстильные напольные покрытия прочие, готовые или неготовые

Продолжение таблицы

Код полимерного и полимерсодержащего строительного материала (код ТН ВЭД ТС)	Расшифровка
6808	Панели, плиты, плитки, блоки и аналогичные изделия из растительных волокон, соломы или стружки, щепы, частиц, опилок или других древесных отходов, агломерированных с цементом, гипсом или прочими минеральными связующими веществами
6907	Плиты для мощения, плитки облицовочные для полов, печей, каминов или стен керамические неглазурованные; кубики керамические неглазурованные для мозаичных работ и аналогичные изделия, на основе или без нее

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица 1 – Процент проб, полимерных и полимерсодержащих строительных и отделочных материалов, в разрезе групп ТН ВЭД, не соответствующих гигиеническим нормативам по показателям миграции химических примесей в окружающую среду, в %

Вид материала, код ТН ВЭД	Показатель															
	Специфический запах		Фенол		Формальдегид		Стирол		Аммиак		Метанол		Хлористый водород		Дибутилфталат	
	Всего проб	%	Всего проб	%	Всего проб	%	Всего проб	%	Всего проб	%	Всего проб	%	Всего проб	%	Всего проб	%
3214	316	0,63	115	0,00	345	0,29	97	0,00	101	0,00	185	0,00	28	0,00	101	0,00
3918 10	216	2,78	141	0,71	285	2,11	55	1,82	43	0,00	88	1,14	130	0,00	123	0,00
3919	105	1,90	38	0,00	139	3,60	46	8,70	21	0,00	42	0,00	55	0,00	61	0,00
3920	89	1,12	29	0,00	110	0,91	57	3,51	19	0,00	42	0,00	28	0,00	31	0,00
3922	63	0,00	36	0,00	91	0,00	23	0,00	19	0,00	45	0,00	28	0,00	30	0,00
3925	187	0,53	79	0,00	203	0,00	75	1,33	37	0,00	43	0,00	99	0,00	104	0,00
4016 91 000 0	24	12,50	6	0,00	23	0,00	12	0,00	4	0,00	5	0,00	4	0,00	11	0,00
4410	87	1,15	90	2,22	112	16,07	19	0,00	89	5,62	85	0,00	10	10,00	13	0,00
4411	147	2,04	183	2,19	203	16,26	32	0,00	164	1,83	155	0,00	14	7,14	25	0,00
4412	78	2,56	60	1,67	88	25,00	9	0,00	61	6,56	59	1,69	11	0,00	10	0,00
4413 00 000 0	15	0,00	12	8,33	13	0,00	0		9	0,00	10	0,00	0		1	0,00
4420	7	0,00	6	0,00	8	0,00	2	0,00	6	0,00	6	0,00	0		1	0,00
4601	5	0,00	3	0,00	6	0,00	1	0,00	3	0,00	1	0,00	2	0,00	2	0,00
4811	11	0,00	12	0,00	17	5,88	4	0,00	7	0,00	6	0,00	2	0,00	6	0,00
4814	196	4,08	178	0,00	263	1,52	32	0,00	138	0,72	181	1,66	74	0,00	132	3,79
4823	8	0,00	2	0,00	6	0,00	0		1	0,00	6	0,00	0		0	
5602	8	0,00	3	0,00	8	0,00	7	0,00	1	0,00	1	0,00	0	0!	6	0,00
5701	9	0,00	6	0,00	12	0,00	9	0,00	5	0,00	7	0,00	7	0,00	10	0,00

Вид материала, код ТН ВЭД	Показатель															
	Специфический запах		Фенол		Формальдегид		Стирол		Аммиак		Метанол		Хлористый водород		Дибутилфталат	
	Всего проб	%	Всего проб	%	Всего проб	%	Всего проб	%	Всего проб	%	Всего проб	%	Всего проб	%	Всего проб	%
5702	19	0,00	15	0,00	31	3,23	6	0,00	7	0,00	24	0,00	4	0,00	10	0,00
5703	27	0,00	15	0,00	40	0,00	13	0,00	11	0,00	27	0,00	11	0,00	20	0,00
5704	8	0,00	5	0,00	10	0,00	6	0,00	5	0,00	8	0,00	3	0,00	3	0,00
5705	17	0,00	7	0,00	18	0,00	11	0,00	5	0,00	14	0,00	5	0,00	10	0,00
5903	6	16,67	3	0,00	7	0,00	1	0,00	0		1	0,00	4	0,00	5	0,00
5904	119	2,52	86	3,49	183	1,09	47	0,00	35	0,00	47	0,00	72	0,00	89	0,00
5905	2	0,00	2	0,00	4	0,00	2	0,00	2	0,00	2	0,00	2	0,00	2	0,00
6806	74	0,00	59	0,00	73	4,11	17	0,00	49	0,00	48	0,00	16	0,00	16	0,00
6808	35	0,00	33	0,00	20	0,00	4	0,00	22	0,00	22	0,00	1	0,00	1	0,00
6811	6	0,00	8	0,00	12	0,00	0		10	10,00	5	0,00	0		0	
6907	23	0,00	10	0,00	10	0,00	6	0,00	5	0,00	4	0,00	4	0,00	4	0,00
6908	33	0,00	15	0,00	18	0,00	9	0,00	14	0,00	18	0,00	13	0,00	13	0,00
Всего	1940	1,7	1257	0,95	2358	4,11	602	1,33	893	1,57	1187	0,42	627	0,32	840	0,60

«%» – процент проб, не соответствующих допустимым уровням миграции химических примесей в окружающую среду

Продолжение Таблицы 1

Вид материала, код ТН ВЭД	Показатель															
	Диоктилфталат		Акрилонитрил		Толуол		Ксилол		Метилметакрилат		Бутилацетат		Этиленгликоль		Изопропиловый спирт	
	Всего проб	%	Всего проб	%	Всего проб	%	Всего проб	%	Всего проб	%	Всего проб	%	Всего проб	%	Всего проб	%
3214	86	0,00	76	0,00	74	0,00	132	0,00	61	0,00	99	0,00	32	0,00	89	0,00
3918 10	114	0,00	16	0,00	101	0,00	103	0,00	23	0,00	24	0,00	8	0,00	53	0,00
3919	57	0,00	12	16,67	41	4,88	43	0,00	13	0,00	22	0,00	10	0,00	36	0,00
3920	26	0,00	16	0,00	57	0,00	53	1,89	11	0,00	17	0,00	6	0,00	25	0,00
3922	31	0,00	14	0,00	17	0,00	15	0,00	13	0,00	21	0,00	6	0,00	33	0,00
3925	100	1,00	19	0,00	76	0,00	79	0,00	21	0,00	40	0,00	14	0,00	56	0,00
4016 91	12	0,00	8	0,00	11	0,00	10	0,00	0		0	0,00	0		2	0,00

Вид материала, код ТН ВЭД	Показатель															
	Диоктилфталат		Акрилонитрил		Толуол		Ксилол		Метилметакрилат		Бутилацетат		Этиленгликоль		Изопропиловый спирт	
	Всего проб	%	Всего проб	%	Всего проб	%	Всего проб	%	Всего проб	%	Всего проб	%	Всего проб	%	Всего проб	%
000 0																
4410	10	0,00	4	0,00	14	0,00	16	0,00	5	0,00	9	0,00	1	0,00	13	0,00
4411	24	0,00	9	0,00	36	0,00	35	0,00	18	0,00	17	0,00	5	0,00	21	0,00
4412	8	0,00	3	0,00	9	0,00	11	0,00	6	0,00	8	0,00	2	0,00	8	0,00
4413 00 000 0	1	0,00	0		0		0		0		1	0,00	0		0	
4420	0		0		4	0,00	4	0,00	1	0,00	2	0,00	0		0	
4601	2	0,00	0		3	0,00	2	0,00	0		1	0,00	0		1	0,00
4811	6	0,00	1	0,00	4	0,00	6	0,00	3	0,00	6	0,00	1	0,00	3	0,00
4814	129	3,88	13	46,15	63	7,94	58	0,00	13	0,00	22	0,00	3	0,00	15	0,00
4823	0		0		0		0		0		1	0,00	1	0,00	0	
5602	3	0,00	1	0,00	2	0,00	1	0,00	0		0	0,00	1	0,00	2	0,00
5701	10	0,00	6	0,00	5	0,00	7	14,29	5	0,00	5	0,00	0		4	0,00
5702	10	0,00	7	0,00	9	0,00	8	0,00	5	0,00	4	0,00	1	0,00	19	0,00
5703	20	0,00	7	0,00	14	0,00	11	0,00	5	0,00	5	0,00	6	0,00	14	0,00
5704	3	0,00	2	0,00	5	0,00	4	0,00	2	0,00	2	0,00	1	0,00	5	0,00
5705	9	0,00	6	0,00	9	0,00	9	0,00	4	0,00	4	0,00	1	0,00	8	0,00
5903	5	0,00	0		2	0,00	3	0,00	0		0	0,00	0		0	
5904	76	0,00	7	0,00	63	0,00	64	0,00	15	0,00	10	0,00	4	0,00	21	0,00
5905	2	0,00	2	0,00	2	0,00	2	0,00	3	0,00	2	0,00	0		2	0,00
6806	13	0,00	8	0,00	15	0,00	18	0,00	3	0,00	10	0,00	6	0,00	13	0,00
6808	0		1	0,00	6	0,00	2	0,00	0		0	0,00	0		1	0,00
6811	0		0		0		0		0		0	0,00	0		0	
6907	4	0,00	4	0,00	4	0,00	5	0,00	5	0,00	5	0,00	1	0,00	4	0,00
6908	13	0,00	9	0,00	17	0,00	17	0,00	9	0,00	10	0,00	3	0,00	14	0,00
Всего	774	0,78	251	3,19	663	1,06	718	0,28	244	0,00	347	0,00	113	0,00	462	0,00

«%» – процент проб, не соответствующих допустимым уровням миграции химических примесей в окружающую среду

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Таблица – Результаты исследования миграции химических примесей из строительных и отделочных материалов в климатических камерах по данным ФБУЗ ЦГиЭ в Пермском крае, мг/м³ (при температуре 40°C)

Материал	Место использования	Концентрация
утеплитель (минеральная вата)	стена	0,0029±0,0006
ГКЛ		0,002±0,0004
ГКЛ		<0,0015
ГКЛ		<0,0010
минеральная вата желтого цвета		0,0028±0,0006
минеральная вата		<0,0010
панель	наружная стена	0,003
минеральная вата		0,0019±0,0004
ЦСП		0,002±0,0004
ГКЛ		<0,0010
ГКЛ		<0,0015
минеральная вата		<0,0010
минеральная вата		0,0015±0,0003
минеральная вата		0,0028±0,0006
минеральная вата		0,003±0,0006
минеральная вата желтого цвета		0,003±0,0006
панель		0,003±0,0006
ГКЛ		потолок
ЦСП	0,0019±0,0004	
ЦСП	<0,0015	
ГКЛ	<0,0015	
минеральная вата	<0,0010	
минеральная вата	0,0071±0,0014	
ГКЛ	<0,0015	
шумоизоляция	<0,0015	
шумоизоляция	пол	0,0050±0,001
ЦСП		<0,0010
ЦСП		<0,0015
минеральная вата		0,003±0,0006
шумоизоляция		<0,0015
минеральная вата		0,0039±0,0008
минеральная вата		0,0013±0,00026
ЦСП		пол и наружная стена
Минеральная вата	межкомнатная стены	<0,0010

«<0,001», «<0,0015» – концентрации, создаваемые образцами в камере ниже порога химико-аналитического метода определения, в «» – указан значения порог химико-аналитического метода определения

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Таблица 1 – Коэффициенты опасности неканцерогенных эффектов при хроническом воздействии химических веществ, мигрирующих из отдельных строительных и отделочных материалов (жилые помещения домов серии А, наихудший сценарий экспозиции)

Материал	Наименование примеси	Воздействующий уровень, мг/м ³	HQ _{ср}
Минеральная вата	Серы диоксид	0,0014	0,03
	Формальдегид	0,0023	0,75
Минеральная вата желтого цвета	Формальдегид	0,0023	0,75
Минеральная вата	Серы диоксид	0,0020	0,04
	Формальдегид	0,0018	0,61
Линолеум	Формальдегид	0,0008	0,26
ЦСП	Формальдегид	0,0008	0,26
Шумоизоляция	Формальдегид	0,0008	0,26
Минеральная вата	Формальдегид	0,0017	0,56
ЦСП	Формальдегид	0,0008	0,26
Минеральная вата	Формальдегид	0,0022	0,72
ГКЛ	Формальдегид	0,0008	0,26
Шумоизоляция	Формальдегид	0,0008	0,26
ГКЛ	Формальдегид	0,0021	0,69
Минеральная вата	Формальдегид	0,0017	0,56
ГКЛ	Формальдегид	0,0008	0,26
Минеральная вата	Формальдегид	0,0023	0,75
Панель	Формальдегид	0,0013	0,44
Минеральная вата желтого цвета	Формальдегид	0,0010	0,33
Минеральная вата желтого цвета	Формальдегид	0,0006	0,19
ЦСП	Формальдегид	0,0008	0,26
ЦСП	Аммиак	0,0125	0,13
	Фенол	0,0002	0,03
	Формальдегид	0,0014	0,47

Таблица 2 – Коэффициенты опасности неканцерогенных эффектов при хроническом воздействии химических веществ, мигрирующих из отдельных строительных и отделочных материалов (жилые помещения домов серии С, стандартный сценарий экспозиции)

Материал	Наименование примеси	Воздействующий уровень, мг/м ³	HQ cr
ГВЛ	Формальдегид	0,0021	0,71
	Ксилолы	0,0040	0,04
Утеплитель	Формальдегид	0,0023	0,7778
	Акрилонитрил		
	Ксилол	0,0003	0,0033
Плита теплоизоляционная	Формальдегид	0,0007	0,22
ГВЛ	Формальдегид	0,0007	0,22
ГВЛ	Формальдегид	0,0021	0,69
	Аммиак	0,0100	0,10
	Фенол	0,0002	0,03
	Ксилол	0,0011	0,01
Минеральная вата	Формальдегид	0,0007	0,22
Плита теплоизоляционная	Формальдегид	0,0016	0,53
Минеральная вата серого цвета	Формальдегид	0,0007	0,22
Минеральная вата	Формальдегид	0,0007	0,22
Минеральная вата желтого цвета	Формальдегид	0,0007	0,22
Минеральная вата желтого цвета	Формальдегид	0,0007	0,22

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Таблица 1 – Коэффициенты и индексы опасности неканцерогенных эффектов при хроническом воздействии химических веществ, мигрирующих из совокупности строительных и отделочных материалов (жилые помещения домов серии С расчет по данным исследований материалов в климатических камерах)

Поражаемые органы и системы	Индекс опасности, HI	Факторы риска			
		Наименование примеси	Воздействующая концентрация, мг/м ³	Коэфф. опасности, HQ	Вклад в HI, %
Наихудший сценарий					
Органы дыхания	4,65	Формальдегид	0,0133	4,42	95,05
		Аммиак	0,0125	0,13	2,8
		Фенол	0,0002	0,03	0,65
		Ксилол	0,0068	0,07	1,51
Репродуктивная, гормональная	0,08	Дибутилфталат	0,0042	0,08	100
Развитие	0,11	Дибутилфталат	0,0042	0,08	76,19
		Метанол	0,1042	0,03	23,81
Глаза	4,42	Формальдегид	0,0133	4,42	100,0
Иммунная система	4,42	Формальдегид	0,0133	4,42	100,0
ЦНС	0,1	Ксилолы	0,0068	0,07	69,71
		Стирол	0,0004	0,00042	0,41
		Фенол	0,0002	0,03	29,88
ЦНС, почки, ССС, печень	0,03	Фенол	0,0002	0,03	100,0
Почки	0,1	Ксилол	0,0068	0,07	70,
		Фенол	0,0002	0,03	30
Сценарий близкий к реальному					
Органы дыхания	4,45	Формальдегид	0,0128	4,27	95,96
		Аммиак	0,01	0,1	2,25
		Фенол	0,0002	0,03	0,67
		Ксилол	0,0055	0,05	1,12
Репродуктивная, гормональная	0,07	Дибутилфталат	0,0033	0,07	100,0
Развитие	0,09	Дибутилфталат	0,0033	0,07	76,19
		Метанол	0,0833	0,02	19,05
Глаза	4,27	Формальдегид	0,0128	4,27	100,0
Иммунная система	4,27	Формальдегид	0,0128	4,27	100,0

Продолжение таблицы 1

Поражаемые органы и системы	Индекс опасности,	Факторы риска			
		Наименование примеси	Воздействующая концентрация, мг/м ³	Коэфф. опасности,	Наименование примеси
ЦНС	0,08	Ксилол	0,0055	0,05	62,24
		Стирол	0,0003	0,00033	0,41
		Фенол	0,0002	0,03	37,34
Почки	0,08	Ксилол	0,0055	0,05	62,5
		Фенол	0,0002	0,03	37,5

Таблица 2 – Коэффициенты и индексы опасности неканцерогенных эффектов при хроническом воздействии химических веществ, мигрирующих из совокупности строительных и отделочных материалов (жилые помещения домов серии D расчет по данным исследований материалов в климатических камерах).

Поражаемые органы и системы	Индекс опасности, HI	Факторы риска			
		Наименование примеси	Воздействующая концентрация, мг/м ³	Коэфф. опасности, HQ	Вклад в HI, %
Наихудший сценарий					
Органы дыхания	8,08	Формальдегид	0,0187	6,19	76,61
		Аммиак	0,0125	0,13	1,61
		Фенол	0,0002	0,03	0,37
		Ксилол	0,048	0,48	5,94
		Серы диоксид	0,0625	1,25	15,47
Репродуктивная, гормональная	0,083	Дибутилфталат	0,0042	0,0833	100,0
Развитие	0,11	Дибутилфталат	0,0042	0,0833	76,19
		Метанол	0,1042	0,026	23,81
Глаза	6,19	Формальдегид	0,0187	6,19	100
Иммунная система	6,19	Формальдегид	0,0187	6,19	100
ЦНС	0,51	Ксилолы	0,048	0,48	94,04
		Стирол	0,00042	0,00042	0,08
		Фенол	0,0002	0,03	5,88
ЦНС, почки, ССС, печень	0,03	Фенол	0,0002	0,03	100,0

Продолжение таблицы 2

Поражаемые органы и системы	Индекс опасности, HI	Факторы риска			
		Наименование примеси	Воздействующая концентрация, мг/м ³	Коэфф. опасности,	Вклад в HI, %
Почки	0,51	Ксилол	0,048	0,48	94,12
		Фенол	0,0002	0,03	5,88
Сценарий близкий к реальному					
Органы дыхания	7,08	Аммиак	0,01	0,1	1,41
		Ксилол	0,039	0,39	5,51
		Фенол	0,0002	0,03	0,42
		Формальдегид	0,0173	5,56	78,53
		Серы диоксид	0,05	1	14,12
Репродуктивная, гормональная	0,07	Дибутилфталат	0,0033	0,07	100
Развитие	0,09	Дибутилфталат	0,0033	0,07	76,19
		Метанол	0,0833	0,02	19,05
Глаза	5,56	Формальдегид	0,0173	5,56	100,0
Иммунная система	5,56	Формальдегид	0,0173	5,56	100,0
ЦНС	0,42	Ксилол	0,039	0,39	92,78
		Стирол	0,00033	0,00033	0,08
		Фенол	0,0002	0,03	7,14
Почки	0,42	Ксилол	0,039	0,39	92,86
		Фенол	0,0002	0,03	7,14

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Таблица 1 – Коэффициенты опасности неканцерогенных эффектов при хроническом ингаляционном воздействии формальдегида воздуха помещений сборно-каркасных домов серии С

Номер квартиры	Наихудший сценарий экспозиции		Стандартный сценарий экспозиции	
	Воздействующая концентрация, мг/м ³	HQ _{cr}	Воздействующая концентрация, мг/м ³	HQ _{cr}
1	0,0093	3,11	0,0077	2,56
2	0,0160	5,33	0,0130	4,33
3	0,0143	4,78	0,0117	3,89
4	0,0185	6,17	0,0150	5,00
5	0,0102	3,39	0,0083	2,78
6	0,0160	5,33	0,0130	4,33
7	0,0185	6,17	0,0150	5,00
8	0,0102	3,39	0,0083	2,78
9	0,0235	7,83	0,0190	6,33
10	0,0490	4,59	0,033	11,00
11	0,0152	5,06	0,0123	4,11
12	0,0393	13,11	0,0317	10,56
13	0,0660	22,00	0,0530	17,67
14	0,0160	5,33	0,0130	4,33
15	0,0193	6,44	0,0157	5,22
16	0,0693	23,11	0,0557	18,56
17	0,0218	7,28	0,0177	5,89
18	0,0227	7,56	0,0183	6,11
19	0,0160	5,33	0,0130	4,33
20	0,0277	9,22	0,0223	7,44
21	0,0143	4,78	0,0117	3,89
22	0,0002	3,94	0,0003	3,22
23	0,0510	17,00	0,0410	13,67
24	0,0085	2,83	0,0070	2,33
25	0,0210	7,00	0,0170	5,67
26	0,0135	4,50	0,0110	3,67

Таблица 2 – Коэффициенты опасности неканцерогенных эффектов при хроническом ингаляционном воздействии формальдегида воздуха помещений сборно-каркасных домов серии В

Номер квартиры	Наихудший сценарий экспозиции		Стандартный сценарий экспозиции	
	Воздействующая концентрация, мг/м ³	HQ cr	Воздействующая концентрация, мг/м ³	HQcr
1	0,006	2,00	0,005	1,67
2	0,017	5,61	0,014	4,56
3	0,010	3,39	0,008	2,78
4	0,008	2,56	0,006	2,11
5	0,008	2,56	0,006	2,11
6	0,009	2,83	0,007	2,33
7	0,017	5,61	0,014	4,56
8	0,007	2,28	0,006	1,89
9	0,006	2,00	0,005	1,67
10	0,014	4,78	0,012	3,89
11	0,005	1,72	0,004	1,44
12	0,008	2,56	0,006	2,11
13	0,009	2,83	0,007	2,33
14	0,014	4,78	0,012	3,89
15	0,010	3,39	0,008	2,78
16	0,009	3,11	0,008	2,56
17	0,017	5,61	0,014	4,56
18	0,010	3,39	0,008	2,78
19	0,010	3,39	0,008	2,78
20	0,005	1,72	0,004	1,44
21	0,004	1,44	0,004	1,22
22	0,011	3,67	0,009	3,00
23	0,014	4,50	0,011	3,67
24	0,016	5,33	0,013	4,33
25	0,009	2,83	0,007	2,33
26	0,028	9,22	0,022	7,44

Таблица 3 – Коэффициенты опасности неканцерогенных эффектов при хроническом ингаляционном воздействии формальдегида воздуха помещений сборно-каркасных домов серии D

Номер квартиры	Наихудший сценарий экспозиции		Стандартный сценарий экспозиции	
	Воздействующая концентрация, мг/м ³	HQ _{cr}	Воздействующая концентрация, мг/м ³	HQ _{cr}
1	0,0252	8,39	0,0203	6,78
2	0,0218	7,28	0,0177	5,89
3	0,0098	3,25	0,008	2,67
4	0,0102	3,39	0,0083	2,78
5	0,0152	5,06	0,0123	4,11
6	0,0185	6,17	0,0150	5,00
7	0,0035	1,17	0,0030	1,00
8	0,0160	5,33	0,0130	4,33
9	0,0143	4,78	0,0117	3,89
10	0,0068	2,28	0,0057	1,89
11	0,0127	4,22	0,0103	3,44
12	0,0218	7,28	0,0177	5,89
13	0,0043	1,44	0,0037	1,22
14	0,0181	6,03	0,0147	4,89
15	0,0260	8,67	0,0210	7,00
16	0,0043	1,44	0,0037	1,22
17	0,0152	5,06	0,0123	4,11
18	0,0143	4,78	0,0117	3,89
19	0,0210	7,00	0,0170	5,67
20	0,0235	7,83	0,0190	6,33
21	0,0410	13,67	0,003	11,00
22	0,0152	5,06	0,0123	4,11
23	0,0052	1,72	0,0043	1,44
24	0,0156	5,19	0,0127	4,22
25	0,0185	6,17	0,0150	5,00
26	0,0268	14,92	0,0217	7,22
27	0,0360	12,00	0,0290	9,97
28	0,0014	0,47	0,0203	6,78

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Таблица – Коэффициенты опасности неканцерогенных эффектов при хроническом ингаляционном воздействии формальдегида на детей, посещающих дошкольные учреждения

Наименование ДДУ	Помещения	Суточная многолетняя концентрация, мг/м ³			Коэффициенты опасности (НҚ)*		
		Формальгид	Бензол	Фенол	Формальгид	Бензол	Фенол
ДДУ №1	1	0,0113	0,0404	0,0063	3,76	1,35	0,21
	6	0,0158	0,0432	0,0068	5,25	1,44	0,23
	10	0,0183	0,0499	0,0046	6,09	1,66	0,15
ДДУ №2	1	0,0105	0,0355	0,0064	3,51	1,18	0,21
	4	0,0145	0,0394	0,0073	4,82	1,31	0,24
	6	0,012	0,0406	0,0053	4,01	1,35	0,18
ДДУ №3	1	0,0135	0,0585	0,0061	4,5	1,95	0,2
	2	0,0123	0,0503	0,0055	4,1	1,68	0,18
	3	0,01	0,0366	0,0087	3,34	1,22	0,29
ДДУ №4	2	0,0099	0,026	0,0071	3,3	0,87	0,24
	4	0,0131	0,0283	0,0075	4,38	0,94	0,25
	6	0,0131	0,0256	0,0068	4,37	0,85	0,23
ДДУ № 5	3	0,021	0,0537	0,0027	7,01	1,79	0,09
	4	0,0156	0,0464	0,0036	5,21	1,55	0,12
	2	0,0154	0,0984	0,0029	5,13	3,28	0,1
ДДУ № 6	1	0,0183	0,0384	0,0024	6,11	1,28	0,08
	2	0,0142	0,0393		4,72	1,31	
ДДУ № 7	1	0,011	0,0343	0,0087	3,68	1,14	0,29
	7	0,0103	0,0291	0,0086	3,42	0,97	0,29
	8	0,0107	0,0546	0,0069	3,57	1,82	0,23
ДДУ 8	2	0,0104	0,0286		3,46	0,95	
	5	0,0101	0,0269		3,37	0,9	
	6	0,0104	0,0299		3,48	1	
ДДУ 9	1	0,0119	0,0392	0,0029	3,96	1,31	0,1
	9	0,012	0,0294	0,0043	3,98	0,98	0,14
	7	0,015	0,032	0,0042	5,02	1,07	0,14
ДДУ 10	3	0,009	0,0516		3	1,72	
	4	0,0104	0,0539		3,46	1,8	
	5	0,0094	0,0427		3,15	1,42	
ДДУ 11	1	0,0116	0,0325		3,85	1,08	
	2	0,013	0,0304		4,34	1,01	
	6	0,0134	0,034		4,48	1,13	
ДДУ 12	1	0,0144	0,04		4,78	1,33	

Наименование ДДУ	Помещения	Суточная многолетняя концентрация, мг/м ³			Коэффициенты опасности (НҚ)*		
		Формальгид	Бензол	Фенол	Формальгид	Бензол	Фенол
	2	0,0127	0,0461		4,25	1,54	
	7	0,012	0,0364		4,02	1,21	
ДДУ 13	8	0,0155	0,0356	0,0075	5,17	1,19	0,25
	3	0,0096	0,0332	0,0067	3,19	1,11	0,22
	7	0,0157	0,0425	0,0093	5,25	1,42	0,31
ДДУ 14	2	0,0151	0,048	0,0036	5,04	1,6	0,12
	3	0,0165	0,0616	0,0044	5,49	2,05	0,15
	4	0,0121	0,0336	0,0034	4,02	1,12	0,11
ДДУ 15	8	0,0103	0,0375	0,0029	3,42	1,25	0,1
	5	0,0107	0,0438	0,0039	3,57	1,46	0,13
	7	0,0137	0,0443	0,0037	4,57	1,48	0,12
ДДУ 16	3	0,01	0,0251	0,0031	3,32	0,84	0,1
	4	0,0103	0,0261	0,0038	3,45	0,87	0,13
	6	0,0103	0,0254	0,0031	3,43	0,85	0,1
ДДУ 17	3	0,0097	0,0274	0,0026	3,24	0,91	0,09
	9	0,0089	0,0337	0,003	2,96	1,12	0,1
	7	0,0082	0,0351	0,0025	2,73	1,17	0,08
ДДУ 18	1	0,0143	0,0315		4,76	1,05	
	2	0,016	0,0295		5,32	0,98	
	3	0,011	0,0372		3,66	1,24	
ДДУ 19	3	0,0123	0,0293	0,0036	4,1	0,98	0,12
	5	0,0143	0,0334	0,0059	4,78	1,11	0,2
	2	0,014	0,0314	0,0026	4,66	1,05	0,09

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Таблица – Параметры экспозиции и канцерогенного риска при ингаляционном воздействии бензола и формальдегида на детей, посещающих дошкольные учреждения

Наименование ДДУ	Помещения	Средняя суточная доза, мг/(кг*день)		Индивидуальный канцерогенный риск	
		Формальдегид	Бензол	Формальдегид	Бензол
ДДУ №1	1	6,63E-04	6,63E-04	3,05E-05	6,99E-05
	6	9,33E-04	9,33E-04	4,29E-05	7,53E-05
	10	1,08E-03	1,08E-03	4,99E-05	8,84E-05
ДДУ №2	1	6,20E-04	6,20E-04	2,85E-05	6,76E-05
	4	8,64E-04	8,64E-04	3,97E-05	7,59E-05
	6	7,17E-04	7,17E-04	3,30E-05	7,82E-05
ДДУ №3	1	8,06E-04	8,06E-04	3,71E-05	1,10E-04
	2	7,23E-04	7,23E-04	3,33E-05	9,24E-05
	3	5,81E-04	5,81E-04	2,67E-05	6,50E-05
ДДУ №4	2	5,80E-04	5,80E-04	2,67E-05	4,81E-05
	4	7,82E-04	7,82E-04	3,60E-05	5,32E-05
	6	7,72E-04	7,72E-04	3,55E-05	4,74E-05
ДДУ № 5	3	1,24E-03	1,24E-03	5,71E-05	9,27E-05
	4	9,19E-04	9,19E-04	4,23E-05	7,84E-05
	2	8,94E-04	8,94E-04	4,11E-05	1,78E-04
ДДУ № 6	1	1,08E-03	1,08E-03	4,95E-05	7,08E-05
	2	8,23E-04	8,23E-04	3,79E-05	7,27E-05
ДДУ № 7	1	6,37E-04	6,37E-04	2,93E-05	6,33E-05
	7	6,07E-04	6,07E-04	2,79E-05	5,49E-05
	8	6,35E-04	6,35E-04	2,92E-05	1,05E-04
ДДУ 8	2	6,14E-04	6,14E-04	2,82E-05	5,24E-05
	5	5,92E-04	5,92E-04	2,72E-05	4,85E-05
	6	6,11E-04	6,11E-04	2,81E-05	5,43E-05
ДДУ 9	1	6,99E-04	6,99E-04	3,21E-05	7,17E-05
	9	7,19E-04	7,19E-04	3,31E-05	5,45E-05
	7	9,07E-04	9,07E-04	4,17E-05	5,96E-05
ДДУ 10	3	5,28E-04	5,28E-04	2,43E-05	9,56E-05
	4	6,11E-04	6,11E-04	2,81E-05	1,00E-04
	5	5,55E-04	5,55E-04	2,55E-05	7,84E-05
ДДУ 11	1	6,85E-04	6,85E-04	3,15E-05	5,90E-05
	2	7,77E-04	7,77E-04	3,58E-05	5,52E-05
	6	7,89E-04	7,89E-04	3,63E-05	6,10E-05
ДДУ 12	1	8,59E-04	8,59E-04	3,95E-05	7,35E-05

Наименование ДДУ	Помещения	Средняя суточная доза, мг/(кг*день)		Индивидуальный канцерогенный риск	
		Формальдегид	Бензол	Формальдегид	Бензол
	2	7,61E-04	7,61E-04	3,50E-05	8,55E-05
	7	7,05E-04	7,05E-04	3,24E-05	6,49E-05
ДДУ 13	8	9,18E-04	9,18E-04	4,22E-05	6,47E-05
	3	5,67E-04	5,67E-04	2,61E-05	6,05E-05
	7	9,39E-04	9,39E-04	4,32E-05	7,88E-05
ДДУ 14	2	9,00E-04	9,00E-04	4,14E-05	9,16E-05
	3	9,83E-04	9,83E-04	4,52E-05	1,18E-04
	4	7,07E-04	7,07E-04	3,25E-05	6,26E-05
ДДУ 15	8	6,02E-04	6,02E-04	2,77E-05	7,06E-05
	5	6,34E-04	6,34E-04	2,92E-05	8,39E-05
	7	8,17E-04	8,17E-04	3,76E-05	8,47E-05
ДДУ 16	3	5,66E-04	5,66E-04	2,60E-05	4,53E-05
	4	5,88E-04	5,88E-04	2,71E-05	4,71E-05
	6	5,94E-04	5,94E-04	2,73E-05	4,64E-05
ДДУ 17	3	5,66E-04	5,66E-04	2,60E-05	4,77E-05
	9	5,16E-04	5,16E-04	2,37E-05	5,99E-05
	7	4,74E-04	4,74E-04	2,18E-05	6,26E-05
ДДУ 18	1	8,26E-04	8,26E-04	3,80E-05	5,73E-05
	2	9,27E-04	9,27E-04	4,26E-05	5,32E-05
	3	6,27E-04	6,27E-04	2,88E-05	6,84E-05
ДДУ 19	3	7,21E-04	7,21E-04	3,32E-05	5,56E-05
	5	8,44E-04	8,44E-04	3,88E-05	6,36E-05
	2	8,22E-04	8,22E-04	3,78E-05	5,97E-05