

На правах рукописи



В печать  
06.10.2017  


**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

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Пермь 2017

Работа выполнена в Федеральном бюджетном учреждении науки «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека

**Научный руководитель:**

**Май Ирина Владиславовна** – доктор биологических наук, профессор, Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека

**Официальные оппоненты:**

**Боев Виктор Михайлович** – доктор медицинский наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, заведующий кафедрой общей и коммунальной гигиены

**Латышевская Наталья Ивановна** – доктор медицинский наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, заведующий кафедрой общей гигиены и экологии

**Ведущая организация** – Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита состоится «10» декабря 2017 г. в \_\_\_ часов на заседании объединенного диссертационного совета Д 999.128.02 на базе Федерального бюджетного учреждения науки «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации (614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 26).

С диссертацией можно ознакомиться на сайте [www.fcrisk.ru](http://www.fcrisk.ru) ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» и в библиотеке ФГБОУ ВО ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера Минздрава России (614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 26), с авторефератом на сайтах: [www.fcrisk.ru](http://www.fcrisk.ru), и [vak.ed.gov.ru](http://vak.ed.gov.ru)

Автореферат разослан « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_ г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
доктор медицинских наук,  
доцент



**Землянова Марина Александровна**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования и степень ее разработанности.** Расширение ассортимента потребительской продукции всех видов, повышение свободы передвижения товаров, разнообразие технологий производства, увеличение доли и спектра синтетических, неприродных материалов при производстве товаров – это основные тенденции развития экономики, в том числе отрасли строительных и отделочных материалов и мебели (Овчинников В.В., 2000; Даутова А.Н., 2012; Жетерова С.К., 2014; Салимова А.И., 2014). Применение полимерных компонентов в производстве строительных и отделочных материалов, а также мебельной продукции позволяет улучшать свойства последних (Губернский Ю.Д., Калинина Н.В., 2012; Станкевич К.И., 1976). Вместе с тем, материалы и мебель с полимерными компонентами неоднократно описаны как источники потенциальных угроз и опасностей, прежде всего химической природы, для здоровья человека. Рядом исследователей (Губернский Ю.Д., Калинина Н.В. 2001, 2002, 2006; Hodgson A., 2002; Юдаева О.С., 2011; Латышевская Н.И., 2014) установлено, что из строительных, отделочных материалов и мебели в среду обитания человека могут выделяться аммиак, акрилонитрил, ароматические углеводороды, комплекс органических фталатов, формальдегид, фенолы и ряд иных примесей. На негативные последствия со стороны здоровья потребителей при воздействии веществ, мигрирующих из строительных и отделочных материалов, мебельной продукции в окружающую среду (воздух) указывают результаты научных работ Гладковской А.А., 1968; Каранастас Л.Ю., 1990; Mendell M.J., 2007 и ряда других исследователей.

В Российской Федерации, как в большинстве развитых стран (European Commission, 2001), безопасность продукции закрепляется техническим регламентами или гигиеническим нормативами и рассматривается как отсутствие недопустимого риска причинения вреда здоровью или имуществу потребителя. Методология оценки риска здоровью при негативном воздействии факторов среды обитания на человека в Российской Федерации в последние годы развивается довольно интенсивно (Онищенко Г.Г., 2002; Рахманин Ю.А., 2015; Новиков С.М. 2016, Зайцева Н.В., 2011). Вместе с тем, ряд документов системы технического регулирования рассматривает безопасность как отсутствие нарушений установленных стандартов. Методические аспекты оценки риска как критерия безопасности непищевой продукции, особенно длительного пользования, к которой относятся строительные, отделочные материалы и мебель, разработаны недостаточно. Слабо в литературе отражены параметры рисков для здоровья в условиях применения продукции, уже обращаемой на потребительском рынке страны.

Вышеизложенное определило актуальность и **цель исследования**, которая состояла в гигиенической оценке по критериям допустимого риска для здоровья населения безопасности строительных, отделочных материалов и мебельной продукции в реальных условиях их эксплуатации.

**Для достижения поставленной цели решали следующие задачи:**

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  $0,01 \text{ мг}/\text{м}^3$  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 на здоровье населения и оценки риска здоровью населения.

Теоретическое значение имеют предложенные подходы к классификации продукции для задач оптимизации санитарно-эпидемиологического надзора, обоснованные критерии насыщенности полимерсодержащей мебелью дошкольных образовательных учреждений, математическая модель нарастания риска болезней органов дыхания, позволяющая прогнозировать динамику и уровень риска для здоровья при разной экспозиции формальдегида как приоритетного фактора.

Практическая значимость работы заключается в выявлении обращаемых на рынке Российской Федерации видов строительных и отделочных материалов с наиболее частыми нарушениями гигиенических нормативов по уровню миграции в воздушную среду химических примесей, что позволяет дифференцированно формировать лабораторное сопровождение плановых надзорных мероприятий.

Результаты оценки рисков для здоровья населения легли в основу обоснования решения по переселению жителей из сборно-каркасных домов одного из микрорайонов г. Березники Пермского края и оценке возможности применения домов для иных целей. Результаты исследования использованы при защите позиции Роспотребнадзора о недопустимости смягчения гигиенических нормативов по 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.

**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 сенсibilизации организма, активационных реакций со стороны гуморального иммунитета.

4. Минимизация рисков здоровью потребителей, использующих полимерсодержащие строительные, отделочные материалы и мебель, 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 результатов**

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

Результаты работы обсуждены и доложены на 13-й 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», (Пермь, 2014, 2015, 2016); «Профилактическая медицина – 2015» (Санкт-Петербург, 2015); «Гигиена, токсикология, профпатология: традиции и современность» (Москва, 2015), Всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора «Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения» (Пермь, 2016). Апробация диссертационной работы проведена на расширенном заседании отдела системных методов санитарно-гигиенического анализа и мониторинга ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Протокол № 1 от 12.05.2017 г.).

**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 использованы при подготовке методических документов федерального уровня: «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» (утв. 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» (утв. 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», используются при проведении курсов тематического усовершенствования специалистов Роспотребнадзора.

**Личный вклад автора.** Доля личного участия автора при планировании, организации и проведении исследований по всем разделам работы составила 80%. Формирование целей и задач исследования, первичный отбор и анализ фактического материала, статистическая обработка и обобщение результатов

полностью проведены автором работы. Автор лично участвовал в исследованиях по оценке насыщенности помещений полимерсодержащей мебелью и качества воздуха помещений дошкольных и школьных образовательных учреждений.

**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 литературы, включающего 123 отечественных и 100 зарубежных источников, 8 приложений.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**В главе 1 «Полимерные и полимерсодержащие строительные и отделочные материалы и мебель на потребительском рынке страны: общая характеристика с позиций оценки химической безопасности»** выполнен критический анализ данных о свойствах полимерных и полимерсодержащих материалов; о веществах, мигрирующих из строительных, отделочных материалов и мебельной продукции, способных оказывать неблагоприятное влияние на состояние здоровья человека, с указанием видов потенциальных неблагоприятных эффектов. Освещены вопросы оценки безопасности продукции в рамках технического регулирования. Акцентируется, что безопасность продукции в Российской Федерации рассматривается как отсутствие недопустимого риска. Описаны существующие методические подходы к оценке риска при воздействии химических факторов опасности среды обитания, в том числе подходы к эволюции риска, которые могут быть применены и к оценке риска непищевой продукции. Выделены приоритетные направления исследований, требующие углубленной разработки.

**В главе 2 «Материалы, методы и объем исследования»** определено, что объектом исследования являлись: строительные и отделочные материалы 30 групп по ТН ВЭД Таможенного союза, обращаемые на рынке Российской Федерации; материалы, использованные при сборке быстровозводимых каркасных домов на территории г. Березники Пермского края, мебель в ДОУ и школьных учреждениях Пермского края, качество воздуха жилых помещений домов, игровых, спален ДОУ и классов школ; состояние здоровья взрослых и детей, экспонированных веществами, мигрирующими из строительных, 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 в условиях

длительного воздействия химических факторов продукции. Характеристика объектов, материалов, методов и объемов исследования приведена в таблице 1.

Кластеризацию строительных и отделочных материалов по видам химической опасности выполняли методом К-средних (Орлов А.И., 2004). Моделирование загрязнения воздуха помещений примесями, мигрирующими из совокупности материалов, осуществляли по результатам исследований материалов в климатических камерах. Материалы были взяты непосредственно из исследуемых домов, насыщенность камер образцами соответствовала реальной насыщенности помещений материалами. Расчетную концентрацию вещества в воздухе помещения определяли как сумму концентраций от всех материалов, применяемых при строительстве или отделке.

Оценку риска здоровью населения выполняли в соответствии с Р. 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду».

В качестве группы наблюдения выбрано население, проживающее в сборно-каркасных домах, изготовленных с использованием одновременно до 9 видов ПСМ. В качестве группы сравнения рассматривали население, постоянно проживающее в домах из кирпича, в условиях низкого загрязнения среды обитания. При исследовании типовых ДООУ группа наблюдения представлена детьми, посещающими ДООУ с показателем насыщенности полимерсодержащей мебелью на уровне  $0,89 \pm 0,17 \text{ м}^2/\text{м}^3$ , группа сравнения –  $0,56 \pm 0,08 \text{ м}^2/\text{м}^3$  ( $p < 0,05$ ). Группы были сопоставимы по половозрастному составу, этнической принадлежности, социально-экономическому уровню семьи. Изучение состояние здоровья населения выполнено с соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинской декларации 1975 года с дополнениями 1983 года; одобрено этическим комитетом ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (Заключение комитета по этике от 04.10.2013). От каждого обследованного или его представителя получено информированное согласие на проведение обследования. Построение эволюционной модели нарастания риска нарушений состояния здоровья населения при воздействии факторов риска проведено в соответствии с МР 2.1.10.0062-12 «Количественная оценка неканцерогенного риска при воздействии химических веществ на основе построения эволюционных моделей», использованы коэффициенты тяжести нарушения здоровья, установленные документам ВОЗ (WHO, 2004), что позволило применить стандартные критерии характеристики риска (Р. 2.1.10.1920-04).

Лабораторные исследования выполнены аккредитованными ИЛЦ на стандартизированном поверенном оборудовании. Статистическая обработка данных проведена с использованием лицензионной программы Statistica 6.0.

Таблица 1 – Направления, материалы и методы исследований

Объекты	Методы и объем исследований
1.Строительные, отделочные материалы кодов ТН ВЭД (3214, 3918; 4410-4412; 3919 и пр.), мебель	Экспертный анализ результатов внеплановых проверок товаров Роспотребнадзором. Анализ формы «Сведения о результатах осуществления федерального государственного надзора территориальными органами Роспотребнадзора» № 1 за 2011-2015 гг. Кластерный анализ. 3837 образцов товаров 30 кодов ТНВЭД; 16 показателей, 1300 единиц информации.
2.Строительные и отделочные материалы, сборно-каркасных домов	Экспертный анализ строительной документации на дома, паспортов на продукцию. Анализ протоколов лабораторных испытаний по миграции 8 примесей в климатической камере методами ГХ и ВЭЖХ. Расчетное моделирование загрязнения воздуха помещений. Оценка риска продукции. 36 томов технической документации; 71 образец, 16 видов материалов. Более 350 измерений, 150 коэффициентов опасности, 50 индексов опасности, 16 значений показателей индивидуального канцерогенного риска. Моделирование загрязнения воздуха – 52 единицы информации.
3.Воздух жилых помещений и атмосферный воздух территорий размещения сборно-каркасных домов	Активный проботбор воздуха, анализ проб воздуха методами ГХ и ВЭЖХ. Оценка риска. 5 примесей, 211 помещений 4-х типов сборно-каркасных домов. Более 850 проб воздуха. 6 сценариев экспозиции. Более 1000 коэффициентов опасности; более 100 показателей индивидуального канцерогенного и неканцерогенного риска.
4.Воздух помещений ДОУ, школ, атмосферный воздух территорий размещения объектов	Активный проботбор воздуха, анализ проб воздуха методами ГХ и ВЭЖХ. Оценка риска. 19 ДОУ: 56 игровых помещений, 26 помещений спален, 2 школы, 5 учебных классов. Более 2000 проб воздуха, 150 коэффициентов опасности, 160 индексов опасности, 100 показателей индивидуального канцерогенного риска.
5.Мебель и помещения дошкольных учреждений, школ в части размеров мебели и помещений.	Расчет площади поверхности мебели. Анализ документации на мебель и помещения. Расчет насыщенности помещений. Регрессионный анализ зависимости «насыщенность помещений мебелью – концентрация примеси в воздухе» с оценкой достоверности модели. Рассчитаны площади более 100 предметов мебели. Получены размеры 53 помещений, в т.ч. 39 игровых и 14 спален, 5 классов школ. 3 модели зависимости.
6. Взрослое и детское население, проживающее в сборно-каркасных и кирпичных домах	Анализ данных обращаемости населения за медицинской помощью. Сравнительный анализ результатов углубленной оценки состояния здоровья населения, в т.ч. врачебных осмотров, лабораторных показателей (общего анализа крови, биохимических, иммунологических, иммуноферментных и др. показателей), результатов функциональных исследований (риноманометрия, спирография). Измерение формальдегида в крови методом ВЭЖХ. Математическое моделирование эволюции риска. Население, постоянно проживающее в сборно-каркасных домах – 93 человека, население, проживающее в жилых помещениях кирпичных зданий – 79 человек. Проанализировано более 10200 единиц информации, характеризующей состояние здоровье населения.
7.Детское население, посещающее ДОУ с разными показателями насыщенности мебелью.	Сравнительный анализ результатов углубленной оценки состояния здоровья детей ДОУ, в т.ч. врачебных осмотров, лабораторных показателей (общего анализа крови, биохимических, иммунологических, иммуноферментных и др., показателей крови). Исследование содержания формальдегида, бензола, стирола, этилбензола, фенола в биосредах методами ГХ и ВЭЖХ у 49 детей группы наблюдения и 41 ребенка группы сравнения. Всего проанализировано более 5000 единиц информации, характеризующей состояние здоровье детей.

**В главе 3 «Гигиеническая оценка химической безопасности строительных и отделочных материалов, мебельной продукции»** показано, что из 3837 образцов товаров, относящихся к 30 кодам ТН ВЭД Таможенного союза из групп строительных и отделочных материалов 3,6% образцов не отвечали гигиеническим требованиям к уровням миграции химических примесей в

окружающую среду. Наиболее часто нормативы были превышены при исследовании товаров групп ТН ВЭД Таможенного союза 4412; 4411; 4410; 4016 91 000 0; 5903 (фанера, ДВП, ДСП и пр.) – до 14,1 % проб. Приоритетным фактором, по которому установлены несоответствия товаров гигиеническим требованиям явился формальдегид (41,1% от общего количества нестандартных проб), кратность превышения достигала 61ПДК<sub>с.с</sub> (образец ДВП сухого производства). На фенол приходилось 18,2% нестандартных проб, на наличие не идентифицированного, но выраженного запаха – 14% проб от общего количества нестандартных проб.

Кластеризация по критериям сверхнормативной миграции химических примесей в среду обитания позволила выделить 4 группы товаров, близких по спектру и уровню нарушений (Таблица 2).

Таблица 2 – Кластеризация групп товаров по критериям потенциальной сверхнормативной миграции химических примесей в среду обитания\*

Фактор химической опасности	Кластер. Группы товаров, относимые к кластеру			
	Частота нарушений нормативов миграции примесей, %			
	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

\*Полученные данные в дальнейшем использовали для задач оптимизации лабораторного сопровождения контрольных мероприятий.

Результаты гигиенической оценки товаров, размещенных в торговой сети и на оптовых торговых складах Российской Федерации, были сопоставлены с результатами исследований материалов, реально использованных в строительстве сборно-каркасных домов (условно серии А, В, С, D) одного из микрорайонов Пермского края. Исследования образцов материалов в климатической камере показали, что практически каждый третий выделял в среду обитания формальдегид (29,6% проб). Наибольшие концентрации примеси в воздухе камер при температуре 20<sup>0</sup>С создавали образцы изолирующего материала пола (код ТН ВЭД – 3921) – 0,003±0,0006 мг/м<sup>3</sup>, фанеры прессованной (код ТН ВЭД – 4412) –

0,0028±0,0005 мг/м<sup>3</sup>, ГВЛ пола (код ТН ВЭД – 6809) – 0,0027±0,0005 мг/м<sup>3</sup>, ГВЛ стены (код ТН ВЭД – 6809) – 0,0026±0,0005 мг/м<sup>3</sup>. В условиях температуры 40<sup>0</sup>С максимальные уровни миграции отмечены для образцов минеральной ваты потолка (0,0071±0,0014 мг/м<sup>3</sup>), шумоизоляционных материалов пола (0,005±0,0014 мг/м<sup>3</sup>). В целом при увеличении температуры в камерах концентрация формальдегида в воздухе камер возрастала от 1,6 до 3,3 раз. Концентрации прочих примесей в воздухе камер регистрировали на уровне до 0,1 от допустимого уровня миграции либо на уровнях ниже порогов определения методов измерений.

Установлено, что уровни миграции примесей из изучаемых образцов материалов не превышали допустимого, вместе с тем, расчетная оценка выделения формальдегида из совокупности материалов позволяла прогнозировать нарушение ПДК<sub>с.с.</sub> формальдегида в воздухе практически всех исследованных помещений. Пример по одному из помещений представлен на рисунке 1. По результатам расчетной оценки для сборно-каркасных домов прогнозировали загрязнение воздуха формальдегидом на уровне от 1,1ПДК<sub>с.с.</sub> (серия С) до 4,3ПДК<sub>с.с.</sub> (серия А).

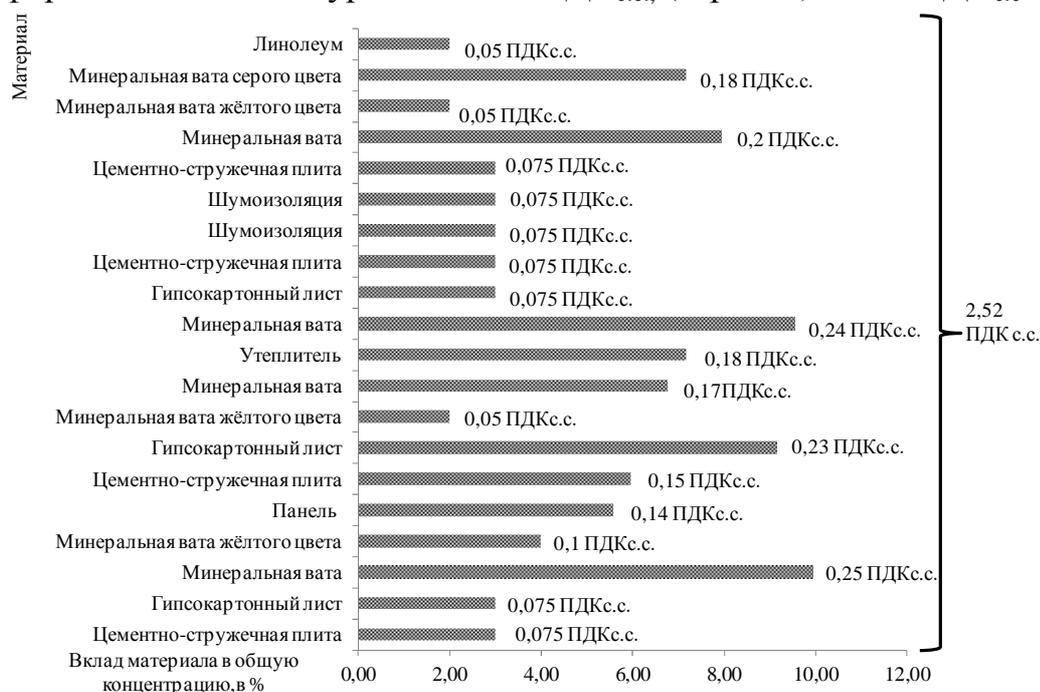


Рисунок 1 – Расчетная оценка вероятного загрязнения воздуха жилого помещения домов серии А (данные камерных исследований миграции формальдегида из строительных материалов, температура 20<sup>0</sup>С, влажность 30%).

Расчетные данные были верифицированы инструментальными методами исследования качества воздуха жилых помещений, которые в целом подтвердили корректность выполненных прогнозов (Таблица 3). За исследованный период среднесуточные концентрации формальдегида в воздухе жилых помещений сборно-каркасных домов в отдельные дни составляли более 8ПДК<sub>с.с.</sub> При этом концентрации формальдегида в атмосферном воздухе территории расположения

домов не превышали значения  $0,2\text{ПДК}_{\text{с.с}}$ . Последнее позволило отнести высокие уровни формальдегида в воздухе помещений исключительно за счет источников примеси внутри зданий.

Таблица 3 – Сравнение расчетных и натуральных данных по содержанию формальдегида в воздухе жилых помещений сборно-каркасных домов

Серия сборно-каркасных домов	Расчетная средняя суточная концентрация, $\text{мг}/\text{м}^3$	Результаты натуральных исследований			
		Суточная концентрация, $\text{мг}/\text{м}^3$ ПДК = 0,01		Разовая концентрация, $\text{мг}/\text{м}^3$ ПДК = 0,05	
		Среднее значение	95% перцентиль	50% перцентиль	95% перцентиль
Холодный период года					
Серия А	$0,025 \pm 0,005$	$0,015 \pm 0,002$	0,031	0,013	0,031
Серия В	$0,013 \pm 0,003$	$0,013 \pm 0,001$	0,020	0,011	0,023
Серия С	$0,011 \pm 0,002$	$0,028 \pm 0,004$	0,076	0,021	0,074
Серия D	$0,013 \pm 0,003$	$0,017 \pm 0,002$	0,030	0,018	0,031
Теплый период года					
Серия А	$0,043 \pm 0,009$	$0,029 \pm 0,0022$	0,042	0,022	0,065

Прочие примеси регистрировали на уровнях ниже порога определения химико-аналитических методов исследования, либо ниже  $0,15\text{ПДК}_{\text{с.с}}$ . Результаты исследований вклада мебели в формирование загрязнения воздуха помещений выполненных на примере ДОУ и школ свидетельствуют, что показатель насыщенности игровых комнат ДОУ полимерсодержащей мебелью составлял от  $0,35$  до  $1,15\text{ м}^2/\text{м}^3$  (медиана –  $0,63\text{ м}^2/\text{м}^3$ ), спален – от  $0,95$  до  $1,69\text{ м}^2/\text{м}^3$ , (медиана –  $1,09\text{ м}^2/\text{м}^3$ ), учебных классов школ –  $0,46$  до  $0,94\text{ м}^2/\text{м}^3$  (медиана –  $0,55\text{ м}^2/\text{м}^3$ ). Инструментальными измерениями выявлено, что повсеместно в воздухе помещений ДОУ регистрируется формальдегид, бензол (более 98% проб), фенол (30% проб). Усредненные за время отбора концентрации примесей в воздухе игровых помещений ДОУ составили: формальдегида – медиана  $1,12\text{ПДК}_{\text{с.с}}$ ; бензола –  $0,23\text{ПДК}_{\text{с.с}}$ , фенола –  $1,2\text{ПДК}_{\text{с.с}}$ . Концентрации стирола и этилбензола в 89-90% случаев находились на уровне ниже порога определения метода.

Установлена зависимость концентрации формальдегида в воздухе игровых комнат ДОУ от насыщенности мебелью, описываемая уравнением  $y=0,0035+0,0128x$ ;  $R^2=0,233$   $p=0,0002$ . Для иных примесей достоверных связей с насыщенностью помещений мебелью не установлено. Выявленная зависимость свидетельствует, что при насыщенности игровых помещений полимерсодержащей мебелью выше уровня  $0,6\text{ м}^2/\text{м}^3$ , существует вероятность превышения установленного гигиенического норматива содержания формальдегида в воздухе помещений. Полученный показатель может рассматриваться как один из критериев безопасности помещения по химическому фактору.

**В главе 4 «Анализ и прогноз рисков для здоровья населения в условиях воздействия химических примесей, мигрирующих из совокупности строительных и отделочных материалов, мебели»** установлено, что в условиях изолированного применения большинство исследованных ПСМ сборно-каркасных домов не могло являться источником неприемлемых рисков для здоровья населения. Исключение составили несколько образцов минеральной ваты из домов серии D ( $1,2HQ_{cr}-1,4HQ_{cr}$ ). По остальным материалам риск, выраженный коэффициентами опасности ( $HQ_{cr}$ ), колебался в диапазоне от  $0,02HQ_{cr}$  (фенол из прессованной фанеры) до  $0,89HQ_{cr}$  (формальдегид из изолирующих материалов). Вместе с тем, в условиях совокупного применения материалов, даже при стандартном сценарии экспозиции, прогнозировали недопустимые риски формирования нарушений функций органов дыхания, слизистых глаза и иммунной системы от  $3,89HI$  (дома серии В) до  $8,48HI$  (дома серии А). Основной вклад в риски для здоровья жителей во всех случаях вносил формальдегид (от 78,5 до 98,2% для рисков в отношении болезней органов дыхания и до 100% для рисков в отношении слизистых глаз и иммунной системы). Основными источниками опасности и рисков являлись материалы стеновых перегородок, оснований для пола (гипсокартонный лист – 13,3%, цементно-стружечная плита – 10,03%, фанера прессованная – 24,25%) и изолирующие материалы (минеральная вата – 42,86%). При наихудших сценариях экспозиции пожизненный канцерогенный риск, формируемый совокупностью материалов, может прогнозироваться на уровне до  $1,1 \times 10^{-4}$ , что незначительно превышает приемлемый уровень риска –  $1,0 \times 10^{-4}$ .

Для детей, посещающих ДООУ, при аэрогенном воздействии химических примесей, источником которых могла являться мебель, индексы опасности при сценарии экспозиции, близком к реальному, в отношении иммунной системы достигали уровней  $5,6HI$ , в отношении органов дыхания –  $4,5 HI$ . Риски оценивали как неприемлемые  $HI > 1$  (Таблица 4).

Таблица 4 – Индексы опасности нарушения здоровья детей, посещающих ДООУ с разной насыщенностью полимерсодержащей мебельной продукцией

Насыщенность помещений полимерсодержащей мебелью, $m^2/m^3$	Иммунная система		Органы дыхания	
	Сценарий экспозиции		Сценарий экспозиции	
	близкий к реальному	наихудший	близкий к реальному	Наихудший
До $0,5 m^2/m^3$	4,28	4,32	3,53	3,58
$0,5-1,0 m^2/m^3$	5,32	6,12	4,25	5,02
Свыше $1,0 m^2/m^3$	5,60	6,20	4,45	5,00

Индексы опасности, характеризующие риск развития нарушений функций органов дыхания у детей начальных классов школ, достигали уровня  $6,4HI$ ; нарушений

функций иммунной системы – 4,86-6,83НІ. Риски оценивали как неприемлемые.

Индивидуальный пожизненный канцерогенный риск для детей составил в среднем по ДООУ –  $7,94 \times 10^{-5}$ , школам –  $4,8 \times 10^{-5}$  и оценивался как приемлемый.

**В главе 5 «Оценка реализации рисков здоровью населения углубленными медико-биологическими исследованиями»** показано, что у населения, проживающего в сборно-каркасных домах, уровень содержания формальдегида в крови достоверно превышал соответствующий показатель группы сравнения и составил: у детей –  $0,0127 \pm 0,0012$  мг/дм<sup>3</sup> против  $0,0041 \pm 0,0004$  мг/дм<sup>3</sup> у группы сравнения ( $p=0,001$ ), у взрослых –  $0,0146 \pm 0,0019$  мг/дм<sup>3</sup> против  $0,0019 \pm 0,0002$  мг/дм<sup>3</sup> у группы сравнения ( $p=0,001$ ). Повышенный уровень вещества в биологических средах рассматривали как маркер экспозиции населения формальдегидом (Май И.В., Евдошенко В.С., 2012).

У жителей сборных домов относительно группы сравнения отмечены более выраженные реакции иммунозависимого и неспецифического воспаления, о чем свидетельствуют достоверно более высокие показатели уровня IgE специфического к формальдегиду, эозинофильно-лейкоцитарного индекса, содержания моноцитов, лимфоцитов, палочкоядерных нейтрофилов (Таблица 5).

Таблица 5 – Результаты исследования показателей крови у детей и взрослых групп наблюдения и сравнения

Показатель	Группа наблюдения		Группа сравнения		Достоверность различий, p	
	Дети, М±μ	Взрослые, М±μ	дети М±μ	взрослые М±μ	дети М±μ	Взрослые М±μ
<b>Реакции, характеризующие наличие иммунозависимого воспаления</b>						
IgE специфичный к формальдегиду, МЕ/см <sup>3</sup>	1,14±0,36	-*	0,746±0,28	-*	<b>0,036</b>	-*
Эозинофильно-лимфоцитарный индекс, у.е.	0,095±0,004	0,1±0,013	0,074±0,001	0,071±0,015	<b>0,000</b>	<b>0,003</b>
Моноциты, %	9,0±0,59	8,29±0,43	6,25±0,25	6,37±0,46	<b>0,000</b>	<b>0,001</b>
<b>Реакции, характеризующие наличие неспецифического воспаления</b>						
Лимфоциты, %	38,33±2,91	36,16±1,64	40,39±1,89	31,43±1,78	0,22	<b>0,001</b>
Палочкоядерные нейтрофилы, %	1,23±0,22	1,38±0,17	1,29±0,14	1,09±0,11	0,67	<b>0,005</b>

\* – не измерялся

У 15% обследованных детей, 17% взрослых в возрасте до 45 лет и 11% взрослых в возрасте старше 45 лет, проживающих в сборно-каркасных домах, при оценке стимулированных формальдегидом цитокинов выявлен достоверно повышенный уровень индуцированного интерлейкина-10. Данный показатель в цепочке иммунного ответа на антиген одним из первых индуцируется Т-хелперами 2 типа, отвечающими за синтез специфических иммуноглобулинов (Серебренникова С.Н. с соавторами, 2012). В связи с этим, у обследованных лиц

группы наблюдения можно ожидать при продолжающемся воздействии гаптена на организм ответной реакции в форме синтеза специфических иммуноглобулинов.

Сравнительная оценка результатов риноманометрии показала, что у детей группы наблюдения параметры суммарного воздушного потока ( $357,92 \pm 49,38$  см<sup>3</sup>/сек) были достоверно ниже уровня группы сравнения ( $529,3 \pm 63,91$  см<sup>3</sup>/сек) ( $p < 0,05$ ). Результаты спирографии свидетельствовали, что средние показатели объемных скоростей находились у детей и взрослых до 45 лет в основном в пределах физиологических половозрастных 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  $PeF=113,35 \pm 15,23\%$  ( $p < 0,05$ ).

У взрослых группы наблюдения в возрасте до 45 лет достоверно чаще, относительно группы сравнения, регистрировали патологию органов дыхания (30,6 против 6,1 случаев на 100 обследованных в группе сравнения) ( $p < 0,05$ ), что свидетельствует об увеличении риска развития заболеваний органов дыхания ( $RR=5,0$ ;  $ДИ=1,2-21,1$ ;  $p < 0,05$ ) у населения, проживающего в сборно-каркасных домах. 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 % ( $p < 0,05$ ).

Полученные данные о повышенном, относительно группы сравнения, уровне заболеваемости группы наблюдения болезнями органов дыхания удовлетворительно корреспондировались со статистикой обращаемости населения за медицинской помощью. Установлено, что детское население сборно-каркасных домов обращалось за медицинской помощью по поводу заболеваний органов дыхания в 2,5 раза чаще через 2 года после заселения, чем до заселения и в первый год после него ( $p=0,01$ ).

У детей группы наблюдения, посещающих ДООУ, установлены более высокие относительно группы сравнения, уровни содержания в моче формальдегида –  $0,024 \pm 0,008$  мг/дм<sup>3</sup> против  $0,014 \pm 0,003$  мг/дм<sup>3</sup> в группе сравнения ( $p=0,03$ ), бензола –  $0,0105 \pm 0,0031$  против  $0,0004 \pm 0,00004$  мг/дм<sup>3</sup> соответственно ( $p=0,001$ ).

У экспонированных детей выявлены более высокие относительно группы сравнения показатели уровня относительного и абсолютного числа эозинофилов в 1,4 раза и в 1,3 раза соответственно ( $p=0,04$ ), эозинофильно-лимфоцитарного индекса в 1,3 раза ( $p=0,04$ ). Зарегистрировано достоверно снижение уровня относительного количества CD3+-лимфоцитов –  $67,00 \pm 3,92\%$  против  $72,38 \pm 2,28$  группы сравнения; CD3+CD4+ лимфоцитов  $31,2 \pm 3,72\%$  против  $36,17 \pm 2,71$  группы сравнения; CD3+CD25+-лимфоциты  $4,36 \pm 0,62\%$  против  $5,42 \pm 0,69$  группы сравнения ( $p=0,02-0,03$ ). Результаты свидетельствуют о низкой активности

иммунокомпетентных клеток у экспонированных лиц. Активность В-лимфоцитарного звена иммунного ответа у детей группы наблюдения 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 ( $p=0,017-0,04$ ).

На основе результатов углубленных медико-биологических исследований состояния здоровья населения, проживающего в разных условиях аэрогенной экспозиции формальдегидом воздуха жилых помещений, получены 3 логистических зависимости, описывающие повышение уровня заболеваемости населения при повышении концентрации формальдегида в воздухе (Таблица 6).

Таблица 6 – Параметры зависимостей 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 неутонченная	$y = \frac{1}{1 + e^{-(-12,892+654,889 \times X)}}$	0,860	0,014
Болезни органов дыхания	$y = \frac{1}{1 + e^{-(-1,622+77,135 \times X)}}$	0,406	0,013
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 :

$$R_{t+1} = g \times \left( R_t + 0,0245 \times R_t + 0,00473 \times \left( \frac{1}{1+e^{-(-1,622+77,135 \times X)}} - \frac{1}{1+e^{-(-1,622+77,135 \times K)}} \right) \right),$$

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,  $\text{мг}/\text{м}^3$ ;

$K$  – недействующая концентрация формальдегида в воздухе помещений,  $\text{мг}/\text{м}^3$ .

Использование полученной математической модели дало возможность прогнозировать и оценивать дополнительный неканцерогенный риск развития нарушений дыхательной системы у населения при ингаляционном воздействии формальдегида. Установлено, что хроническая экспозиция на уровне  $0,03 \text{ мг}/\text{м}^3$  ( $3,0\text{ПДК}_{\text{с.с.}}$ ) и выше формирует риски для здоровья на верхней границе допустимого диапазона уже через 10-11 лет ( $R_{10}=1,24 \times 10^{-4}$ ). К 50-60 годам такое

воздействие может обуславливать риск нарушения здоровья выше  $1,07 \times 10^{-3}$ , что является недопустимым даже для профессиональных лиц, постоянно контактирующих с опасным химическим фактором. Среднеголетняя экспозиция на уровне выше  $0,062 \text{ мг/м}^3$  (величина, предлагаемая в качестве норматива миграции рядом производителей мебели) позволяет прогнозировать, что недопустимые риски могут формироваться у экспонированных лиц уже через 3-4 года воздействия, а через 35-40 лет экспозиции риск квалифицируется как неприемлемый и для профессиональных групп ( $R > 1,12 \times 10^{-3}$ ) (Таблица 7).

Таблица 7 – 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 <sup>3</sup>	0,015 мг/м <sup>3</sup>	0,020 мг/м <sup>3</sup>	0,026 мг/м <sup>3</sup>	0,035 мг/м <sup>3</sup>	0,062 мг/м <sup>3</sup>
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	$1,97 \times 10^{-5}$
5	0,0	$3,58 \times 10^{-6}$	$2,00 \times 10^{-5}$	$3,99 \times 10^{-5}$	$5,82 \times 10^{-5}$	$1,26 \times 10^{-4}$
10	0,0	$7,61 \times 10^{-6}$	$4,25 \times 10^{-5}$	$8,49 \times 10^{-5}$	$1,24 \times 10^{-4}$	$2,45 \times 10^{-4}$
30	0,0	$2,97 \times 10^{-5}$	$1,66 \times 10^{-4}$	$3,31 \times 10^{-4}$	$4,83 \times 10^{-4}$	$9,00 \times 10^{-4}$
35	0,0	$3,71 \times 10^{-5}$	$2,07 \times 10^{-4}$	$4,14 \times 10^{-4}$	$6,03 \times 10^{-4}$	$1,12 \times 10^{-3}$
40	0,0	$4,54 \times 10^{-5}$	$2,54 \times 10^{-4}$	$5,07 \times 10^{-4}$	$7,39 \times 10^{-4}$	$1,37 \times 10^{-3}$
45	0,0	$5,49 \times 10^{-5}$	$3,07 \times 10^{-4}$	$6,12 \times 10^{-4}$	$8,92 \times 10^{-4}$	$1,65 \times 10^{-3}$
50	0,0	$6,55 \times 10^{-5}$	$3,66 \times 10^{-4}$	$7,31 \times 10^{-4}$	$1,07 \times 10^{-3}$	$1,96 \times 10^{-3}$
60	0,0	$9,11 \times 10^{-5}$	$5,09 \times 10^{-4}$	$1,02 \times 10^{-3}$	$1,48 \times 10^{-3}$	$2,41 \times 10^{-3}$

Полученные данные свидетельствуют о недопустимости смягчении нормативов миграции формальдегида из товаров потребительского спроса ниже установленного, а также о необходимости разработки комплекса мер по профилактике рисков для здоровья потребителей ряда видов ПСМ.

**В главе 6 «Санитарно-гигиенические мероприятия по минимизации рисков для здоровья граждан – потребителей строительных, отделочных материалов и мебели»** показано, что для задач риск-ориентированного надзора за безопасностью продукции обязательному лабораторному контролю в ходе надзорных мероприятий подлежат товары групп 4410; 4411; 4412, для которых приоритетными при инструментальных исследованиях является формальдегид, хлористый водород. Бутилацетат, аммиак и фенол могут включаться в программы исследований по остаточному принципу. Измерения иных примесей нецелесообразно. Обязательному контролю уровня миграции акрилонитрила подлежат товары группы ТН ВЭД 4814. Для прочих ПСМ лабораторные инструментальные исследования могут быть рекомендованы в качестве профилактической меры. Проведение выборочного контроля миграции

химических примесей из ПСМ методом случайной выборки чревато получением отрицательного результата (вероятность выявления нарушений не превышает 3%).

Предложен методический подход, который предусматривает суммирование параметров фактической миграции химических веществ с поверхности конструкции с учетом площади, непосредственно контактирующей с воздухом помещения, и размеров помещения. Даны рекомендации по минимизации воздействия химических примесей, мигрирующих из полимерсодержащей мебели в ДОУ, и по организации медико-профилактических мероприятий для населения с неприемлемыми уровнями риска для здоровья, обусловленными воздействием формальдегида, мигрирующего из полимерсодержащих материалов.

## 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-волоконистые, древесно-стружечные).

2. Приоритетным фактором опасности товаров для здоровья потребителей является миграция формальдегида: в целом по всем видам продукции – 4,11% проб с нарушениями допустимого уровня миграции; до 16-25% по товарам из групп фанеры, древесно-волоконистых и древесно-стружечных плит. Кратность превышения – до 61ПДК (0,61 мг/м<sup>3</sup> с 1 м<sup>2</sup> поверхности). 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<sub>с.с.</sub>

3. Применение изолированно материалов с выявленными уровнями миграции химических примесей может формировать у потребителей продукции риски нарушения здоровья (при стандартном сценарии пожизненной экспозиции) до 11-14НД. 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 в 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<sub>с.с.</sub> и выше риск формирования болезней органов дыхания у жителей 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 раза соответственно выше уровня группы сравнения ( $p < 0,05$ ). У детей в условиях длительной экспозиции формальдегидом выражено наличие иммунозависимого воспаления: уровень IgE специфического 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 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, OSB), 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

По итогам исследований обоснован ряд практических рекомендаций.

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

- 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 риск для здоровья с учетом совместного действия всех выделяющихся веществ...»* в отличие от существующей редакции, требующей, чтобы при выделении из мебели нескольких вредных химических веществ, обладающих суммацией действия, сумма отношений концентрации к их ПДК не превышала единицы;

- 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 полимерсодержащей мебельной продукцией должен составлять  $0,6 \text{ м}^2/\text{м}^3$ .

2. Специалистам в области санитарно-эпидемиологического надзора:

- применять результаты классификации ПСМ при организации 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 помещений химических веществ с учетом совместного использования всех строительных и отделочных материалов;

- ходатайствовать перед Правительством Российской Федерации о распространении процедуры государственной регистрации на полимерные и полимерсодержащие строительные и отделочные материалы.

3. Специалистам органов здравоохранения:

- оказывать адресную медико-профилактическую помощь населению, особенно детскому, для которого уже установлен неприемлемый риск нарушений здоровья, ассоциированный с воздействием химических веществ воздуха помещений; при этом учитывать специфику воздействия факторов опасности.

4. Специалистам органов образования:

- 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 РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### *Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:*

1. Никифорова, Н.В. Практика и перспективы доказательства в досудебных и судебных разбирательствах вреда здоровью человека, наносимого загрязнением атмосферного воздуха и воздуха закрытых помещений / Э.В. Седусова, С.В. Клейн, И.В. Май, **Н.В. Никифорова** / Анализ риска здоровью. – 2015. – № 4. – С. 13-20.
2. Никифорова, Н.В. Оценка загрязненности воздуха жилых помещений формальдегидом в условиях применения полимерсодержащих строительных и отделочных материалов / **Н.В. Никифорова**, А.А. Кокоулина, С.Ю. Загороднов // Гигиена и санитария. – 2016. – № 1. – С. 28-34.
3. Обоснование оптимальной наполняемости групп дошкольных образовательных организаций общеразвивающей направленности / О.Ю. Устинова, С.Л. Валина, О.А. Кобякова, А.В. Алексеева, **Н.В. Никифорова** // Гигиена и санитария. – 2016. – Т 95. – № 1. – С. 57-63.
4. Условия проживания и состояние здоровья жителей сборно-каркасных домов микрорайона Усольский-2 (г. Березники, Пермский край) / **Н.В. Никифорова**, И.В. Май, В.С. Евдошенко, К.П. Лужецкий, Е.А. Отавина // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96. – № 1. – С. 40-44.
5. Риск-ассоциированные нарушения здоровья учащихся начальных классов школьных образовательных организаций с повышенным уровнем интенсивности и напряженности учебно-воспитательного процесса / Н.В. Зайцева, О.Ю. Устинова, К.П. Лужецкий, О.А. Маклакова, М.А. Землянова, О.В. Долгих, С.В. Клейн, **Н.В. Никифорова** // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 1. – С. 66-83.
6. Никифорова, Н.В. Методические подходы и практика оценки риска для здоровья потребителя продукции длительного пользования (на примере строительных и отделочных материалов) / И.В. Май, **Н.В. Никифорова**, В.А. Хорошавин // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 26-36.

### *Публикации в других изданиях*

7. Kriulina, N. Simulation and instrumental examination of indoor air for formaldehyde, styrene and ethylbenzene, migrating from building and home decoration materials in the presence of combined use [Электронный ресурс] / **N. Kriulina**, N. Zaitseva, I. May // The 13<sup>th</sup> International Conference on Indoor Air Quality and Climate». – Hong Kong, P. 2014. – 219-224. – Режим доступа – <http://toc.proceedings.com/24752webtoc.pdf> (дата обращения 06.07.2017).
8. Kriulina, N.V. Quality evaluation of air indoors using building and home decoration materials / **N.V. Kriulina** // Инновационные процессы в исследовательской и образовательной деятельности: материалы III Международной научной конференции, 22 апреля 2014 г. – Пермь, 2014. – С. 98-99.
9. Никифорова, Н.В. Оценка уровней экспозиции населения формальдегидом, фенолом, стиролом, этилбензолом, эмитирующих из комплекса строительных и отделочных материалов, используемых при строительстве домов из сэндвич-панелей / Н.В. Никифорова, Г.Ю. Окунева // Актуальные проблемы безопасности и анализа риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2 т. – Пермь: Изд-во книжный формат, 2015. – С. 206-208.
10. Никифорова, Н.В. Сравнительная оценка санитарно-гигиенических условий в дошкольных образовательных учреждениях с различной наполняемостью групп / С.Л. Валина, О.Ю. Устинова, О.А. Кобякова, А.В. Алексеева, Н.В. Никифорова // Актуальные проблемы безопасности и анализа риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2 т. – Пермь: Изд-во книжный формат, 2015. – С. 422-427.
11. Никифорова, Н.В. Результаты расчетных и инструментальных оценок загрязненности воздуха помещений дошкольных учреждений формальдегидом / Н.В. Никифорова //

Современные подходы к обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения России: материалы научно-практической конференции молодых учёных, посвященной 80-летию со дня рождения академика РАМН, заслуженного деятеля науки РФ А. И. Потапова. – М, 2015. – С. 183-188.

12. Никифорова, Н.В. Подходы к оценке безопасности потребительской продукции на основе оценки риска для здоровья потребителей (на примере химического фактора мебельной продукции) / И.В.Май, Н.В. Никифорова // Профилактическая медицина-2015: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 25 ноября 2015 г. – Санкт-Петербург, 2015. – С. 184-185.

13. Никифорова, Н.В. О законодательном и нормативно-методическом обеспечении оценки безопасности строительных и отделочных материалов /Н.В. Никифорова // Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения: материалы Всероссийской научно-практической интернет-конференция молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора. – Пермь: Изд-во Перм. Нац. Исслед. Политехн. Ун-та, 2016. – С. 43-47.

14. Никифорова, Н.В. Роль фактора наполняемости групповых помещений ячеек ДОО в формировании нарушений здоровья дошкольников / С.В. Валина, О.Ю. Устинова, Н.В. Никифорова //Актуальные проблемы безопасности и анализа риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2 т.– Пермь: Изд-во книжный формат, 2016. – Т.1. – С. 37-41.

15. Никифорова, Н.В. Риск здоровью детей, формируемый загрязнением формальдегидом воздушной среды помещений дошкольных учреждений / Н.В. Никифорова //Актуальные проблемы безопасности и анализа риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2 т. – Пермь: Изд-во книжный формат, 2016. – Т. 2. – С. 244-247.

16. Никифорова, Н.В. Санитарно-гигиеническая оценка качества воздуха помещений общеобразовательных учреждений на содержание веществ, мигрирующих из полимерсодержащих материалов / Н.В. Никифорова // Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием» Гигиена, токсикология, профпатология: традиции и современность», посвященная 125-летию основания Федерального научного центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016. – С. 615-619.

### СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВОЗ	– всемирная организация здравоохранения
ВЭЖХ	– высокоэффективная жидкостная хроматография
ГВЛ	– гипсо-волоконный лист
ГХ	– газовая хроматография
ДВП	– древесно-волоконная плита
ДИ	– доверительный интервал
ДОУ	– дошкольная организация общеобразовательной направленности (детский сад)
ДСП	– древесно-стружечная плита
ИЛЦ	– испытательный лабораторный центр
ПДК <sub>с.с.</sub>	– предельно-допустимая концентрация среднесуточная
ПСМ	– полимерсодержащие материалы
ТН ВЭД	– товарная номенклатура внешнеэкономической деятельности
HQ <sub>cr</sub>	– коэффициент опасности (Hazard Quotien) при хроническом воздействии
ФБУН	– федеральной бюджетное учреждение науки-
HI	– индекс опасности (Hazard Index)
OSB	– ориентированно-стружечная плита
RR	– относительный риск (Risk Ratio)

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

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

---

Подписано в печать 06.10.2017. Формат 60×90/16.

Усл. печ. л. 1,0 Тираж 100 экз. Заказ № 85/2017

---

Отпечатано в типографии издательства «Книжный формат»  
Адрес: 614000, г. Пермь, ул. Пушкина, 80.