

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ РИСКА В ГИГИЕНЕ И ЭПИДЕМИОЛОГИИ

УДК 614.7/9+658.562 (072)

DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.03

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ И ПРАКТИКА ОЦЕНКИ РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ПОТРЕБИТЕЛЯ ПРОДУКЦИИ ДЛИТЕЛЬНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ)

И.В. Май¹, Н.В. Никифорова¹, В.А. Хорошавин²

¹Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, Россия, 614045, г. Пермь, ул. Монастырская, 82

²Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае, Россия, 614000, г. Пермь, ул. Куйбышева, 50

На примере строительных и отделочных материалов поставлена проблема оценки риска как критерия безопасности для здоровья населения при использовании потребительской продукции длительного пользования. Показано, что законодательная и методическая база оценки таких рисков недостаточна. Развита методика оценки риска на основе эволюционных моделей, позволяющие рассматривать процесс нарастания рисков при хронической экспозиции. Установлено, что даже в условиях соблюдения для отдельных товаров санитарных нормативов, установленных в системе технического регулирования, у потребителей продукции со временем могут формироваться недопустимые риски для здоровья. Риски значительно возрастают при совокупном применении товаров, обладающих одинаковыми или близкими по воздействию факторами опасностями.

В результате эпидемиологических и углубленных медико-биологических исследований получены достоверные, адекватные данным релевантной научной литературы математические зависимости связи экспозиции с нарушениями здоровья потребителей продукции. Отработаны методические подходы к применению выявленных зависимостей «доза–эффект» для построения эволюционных моделей. Подходы апробированы в реальных условиях применения ряда строительных и отделочных материалов в сборно-каркасном малоэтажном жилищном строительстве. Доказано, что в домах, где одновременно использовано 7–8 полимерсодержащих материалов и более, длительное проживание формирует недопустимые риски для здоровья граждан уже через 10–12 лет. Полученные результаты легли в основу решения о неприемлемости продолжения проживания людей в уже заселенных домах и нецелесообразности использования для постоянного проживания еще незаселенных домов изученных серий.

В целом предложенные методические подходы могут применяться для оценки риска широкого круга продукции длительного пользования.

Ключевые слова: потребительская продукция длительного пользования, риски для здоровья, эволюция рисков, техническое регулирование, хроническая экспозиция, полимерсодержащие материалы.

Потребительская продукция длительного пользования – это продукция с продолжительным сроком эксплуатации до отказа, составляющим три года и более¹. Приобретение изделия длительного пользования предполагает многолетний постоянный или систематический

контакт человека с товаром, а следовательно – с опасностями и угрозами, которые являются неотъемлемыми свойствами товара (если таковые существуют). Указанным постановлением правительства законодательно закреплена перечень товаров длительного пользования, являю-

© Май И.В., Никифорова Н.В., Хорошавин В.А., 2017

Май Ирина Владиславовна – доктор биологических наук, профессор, заместитель директора по научной работе (e-mail: may@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-25-47).

Никифорова Надежда Викторовна – научный сотрудник (e-mail: kriulina@fcrisk.ru; тел. 8 (342) 237-18-04).

Хорошавин Виктор Алексеевич – доктор медицинских наук, главный врач (e-mail: sgero@mail.ru; тел.: 8 (342) 239-34-09).

¹ Об утверждении перечня товаров длительного пользования, в том числе комплектующих изделий (деталей, узлов, агрегатов), которые по истечении определенного периода могут представлять опасность для жизни, здоровья потребителя, причинять вред его имуществу или окружающей среде и на которые изготовитель обязан устанавливать срок службы, и перечня товаров, которые по истечении срока годности считаются непригодными для использования по назначению (с изменениями и дополнениями): Постановление Правительства РФ № 720 от 16 июня 1997 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102047733> (дата обращения: 12.03.2017).

щихся потенциальными источниками опасности. Документ имеет совершенно определенную направленность – обязать производителей устанавливать срок, по истечении которого изделие теряет потребительские свойства и может представлять опасность для жизни, здоровья потребителя, причинять вред его имуществу или окружающей среде. Предполагается, что до указанного временного предела товар является безопасным. Строительные и отделочные материалы не подпадают под действие данного постановления, для них не установлен ограничительный срок безопасности. Вместе с тем, несомненно, по определению материалы, применяемые в строительстве и внутренней отделке помещений, в том числе жилых, относятся к товарам длительного пользования.

Система технического регулирования в России (как и в целом в Евразийском экономическом союзе) определяет «безопасность как отсутствие недопустимого риска, связанного с возможностью причинения вреда и (или) нанесения ущерба»². В течение всего срока эксплуатации продукция не должна формировать недопустимого риска для здоровья потребителя. При этом «риск» рассматривается как «сочетание вероятности причинения вреда и последствий этого вреда для жизни или здоровья человека, имущества, окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений».

Вместе с тем методология оценки риска непищевой потребительской продукции, особенно длительного пользования, разрабатывается только в последнее время [12] и имеет крайне небогатую практику применения. В Российской Федерации такая ситуация определяется несколькими причинами.

Во-первых, в ряде технических регламентов определение безопасности не в полной мере

соответствует указанному выше определению, что исключает необходимость выполнения полноценной процедуры оценки риска. Так, к примеру, ТР ТС «О безопасности мебельной продукции»³ определяет «...химическую безопасность как состояние изделия мебели, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни и здоровью потребителя из-за превышения уровня концентрации⁴ в воздухе помещений вредных химических веществ» (ст. 3). Из определения следует, что в условиях соблюдения установленных регламентами стандартов недопустимый риск для здоровья отсутствует. Такие же или близкие по смыслу определения содержат технические регламенты «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков»⁵, ТР ТС «О безопасности продукции легкой промышленности»⁶ и ряд других. Например: «Биологическая безопасность – отсутствие недопустимого риска здоровью из-за несоответствия биологических, токсикологических, физических и физико-химических свойств установленным требованиям». Таким образом, выводы о безопасности продукции могут быть сделаны на основании сравнительной оценки параметров продукции с установленными стандартами. При этом указывается, что при наличии выделения примесей, обладающих эффектом суммации, эта суммация должна учитываться. Однако действующий нормативный документ ГН 2.1.6.1338-03⁷ дает закрытый перечень групп суммации. Применение этого документа, к примеру, в оценке безопасности мебели (в приложении 2 к ТР ТС приведен перечень выделяемых нормируемых химических примесей) дает возможность учесть только суммацию действия аммиака и формальдегида (группа 6005). При оценке риска этих же мате-

² Соглашение о проведении согласованной политики в области технического регулирования, санитарных и фитосанитарных мер: соглашение правительств государств – членов Евразийского экономического сообщества от 25.01.2008 г. (ред. от 19.05.2011, с изм. от 10.10.2014 г.) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_135270/ (дата обращения: 10.03.2017).

³ О безопасности мебельной продукции: технический регламент Таможенного союза 025/2012 [Электронный ресурс] / утв. решением Совета Евразийской экономической комиссии № 32 от 15.07.2012 г. – URL: http://www.tsouz.ru/KTS/KTS31/Pages/R_32.aspx (дата обращения: 01.04.2017).

⁴ Подразумевается «предельно допустимой концентрации».

⁵ О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков: технический регламент Таможенного союза 007/2011 2012 [Электронный ресурс] / утв. решением комиссии Таможенного союза № 797 от 23 сент. 2011 г. – URL: http://www.tsouz.ru/KTS/KTS31/Pages/R_797.aspx (дата обращения: 01.04.2017).

⁶ О безопасности продукции легкой промышленности: технический регламент Таможенного союза [Электронный ресурс] / утв. решением Совета Евразийской экономической комиссии № 876 от 09.12.2011 г. – URL: http://www.tsouz.ru/KTS/KTS31/Pages/R_876.aspx (дата обращения: 01.04.2017).

⁷ ГН 2.1.6.1338-03. Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест: гигиенические нормативы (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gosthelp.ru/text/GN216133803Predelnodopust.html> (дата обращения: 12.03.2017).

риалов для здоровья потребителя одновременное воздействие на критические органы и системы могло бы быть учтено для значительно более широкого круга примесей [15].

Во-вторых, действующее в сфере технического регулирования законодательство крайне слабо регулирует аспекты оценки безопасности продукции длительного или систематического пользования. Предполагается, что применение в качестве критерия безопасности ПДК_{сс} гарантирует безопасность, т.е. отсутствие рисков при хроническом воздействии. Вместе с тем содержащиеся в регламентах Таможенного союза стандарты безопасности в значительной части установлены без включения процедур оценки рисков здоровью. Обоснование risk-based стандартов безопасности – важнейшее перспективное направление совершенствования системы технического регулирования [2, 3, 13, 14, 16].

Кроме того, ФЗ № 184-ФЗ⁸ содержит норму (п. 7 ст. 7), которая указывает, что «...технический регламент не может содержать требования к продукции, причиняющей вред жизни или здоровью граждан, накапливаемый при длительном использовании этой продукции... и зависящий от других факторов, не позволяющих определить степень допустимого риска. В этих случаях технический регламент может содержать требование, касающееся информирования приобретателя о возможном вреде и о факторах, от которых он зависит». Таким образом, с производителя снимается ответственность за те негативные последствия для здоровья, которые могут возникнуть либо в результате длительного постоянного использования одной и той же продукции кратковременного, разового применения (пищевой, косметической, бытовой химии), либо в результате использования продукции длительного назначения (мебели, строительных отделочных материалов и др.).

Следует отметить, что данное положение не совпадает с рядом принципиальных положений, принятых в мировом законодательстве. Так, директива 2001/95/ЕС об общей безопасности продукции Евросоюза⁹ допускает, что соответствие продукции критериям, призванным гарантировать общую безопасность, не препятствует возможности принимать надлежащие меры

по ограничению ее выпуска на рынок, изъятию или отзыву в том случае, если, несмотря на указанные соответствия, данная продукция оказывается опасной (см. ст. 3, п. 5). Следовательно, признается возможной ситуация, когда при соблюдении всех требований и стандартов продукция в реальных условиях использования может оказаться опасной для жизни и здоровья потребителя.

В-третьих, оценка риска непищевой продукции слабо востребована самими потребителями, прежде всего в силу низкой информированности о рисках. Так, к примеру, по данным ряда исследователей [9], покупатели строительных материалов, только в 13 % случаев обращают внимание на технологию производства товара, ориентируясь в большей степени на цену и внешний вид товара (более 70 % опрошенных). Вместе с тем информирование об основных факторах риска и связанных с ними последствиях для здоровья представляется необходимым для разработки адекватных управляющих решений по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения [4, 6, 8].

Кроме игрушек, парфюмерных и косметических средств, товаров для детей и подростков наиболее часто исследователи обращают внимание на необходимость оценки и минимизации рисков для здоровья человека при применении полимерсодержащих строительных материалов и мебели [1, 5, 17, 18, 20–24]. В отношении последних фактор времени является достаточно важным, поскольку это товары длительного пользования.

Вышеизложенное определило **цель исследования** – обоснование методических подходов к оценке риска воздействия ряда товаров длительного пользования на здоровье человека и отработка этих подходов на практике для принятия управленческих решений по минимизации рисков.

В качестве объектов исследования были выбраны полимерсодержащие строительные материалы, примененные в реальных условиях строительства малоэтажных сборно-каркасных домов, здоровье населения, проживавшего в сборно-каркасных домах и домах из кирпича, качество воздуха помещений сборно-каркасных домов.

⁸ О техническом регулировании: Федеральный закон № 184-ФЗ от 27.12.2002 г. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/consdocLAW_40241/ Дата обращения: 01.03.2017 / (дата обращения: 12.03.2017).

⁹ Директива 2001/95/ЕС Европейского парламента и совета от 3 декабря 2001 г. об общей безопасности продукции [Электронный ресурс]. – URL: www.icqc.eu/userfiles/File/directiva%202001%2095%20ec%20gpsd%20ru.pdf (дата обращения: 01.03.2017).

Материалы и методы. Оценку риска для здоровья населения выполняли в соответствии с общепринятой этапностью процедуры [4, 12], дополняя каждый этап углубленными исследованиями.

Идентификацию опасности строительных материалов осуществляли на основании данных технической документации на продукцию и результатов камерных испытаний образцов 18 видов строительных материалов. Камерные исследования материалов были проведены в соответствии с утвержденной методикой – 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». Насыщенность камеры строительным материалом соответствовала реальной средней насыщенности этим материалом жилых помещений. Всего исследовано 71 образец товаров на миграцию формальдегида, аммиака, диоктилфталата, фенола, дифосфорпентаоксида, акрилонитрила, дибутилфталата, серы диоксида, стирола. Количественный и качественный анализ химических примесей был выполнен с использованием общепринятых методик: РД 52.04.186-89, МУК 4.1.598-96, МР 01.022-07, МУК 4.1.1478-03, МУК 4.1.1045-01. Экспозицию жителей к примесям, выделяемым строительными материалами, оценивали расчетным путем (на базе результатов камерных испытаний и технической документации на строительство) и по результатам прямых инструментальных измерений качества воздуха помещений. Всего отобрано и проанализировано 852 пробы воздуха 152 помещений. По результатам анкетирования учитывали среднее время пребывания лиц разного возраста в условиях воздействия воздуха внутренней среды помещений.

Построение и параметризацию моделей «доза–эффект» выполняли по результатам эпидемиологических и углубленных медико-биологических исследований с учетом данных релевантной литературы о доказанных эффектах выделяемых примесей на здоровье человека. Полученные парные зависимости адаптировали к эволюционной модели накопления риска здоровью потребителей продукции (товаров). В качестве расчетной формы эволюционной модели принимали систему рекуррентных соотношений, записанных для каждого вида ответа (нарушения здоровья) с общим видом [7, 10, 11]:

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

где R_{t+1}^i – риск нарушений здоровья по i -му ответу в момент времени $t+1$; R_t^i – риск нарушений здоровья по i -му ответу в момент времени t ; α_i – коэффициент, учитывающий эволюцию риска за счет естественных причин.

Дизайн исследования для построения зависимостей включал оценку экспозиции группы наблюдения (населения, проживающего в сборно-каркасных домах) и персонализированную оценку состояния здоровья по результатам направленных медико-биологических исследований, выполненных специалистами ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (лицензия на медицинскую деятельность № ФС-59-01-001197). На завершающей стадии исследования выполняли установление и параметризацию зависимостей между концентрациями (как показателями экспозиции населения) и ответами в виде нарушения состояния здоровья населения сборно-каркасных домов. Для подтверждения полученных зависимостей результаты углубленного обследования состояния здоровья населения сборно-каркасных домов были сопоставлены с данными обследования группы сравнения.

Группу наблюдения составили 93 человека, которые постоянно проживали в условиях известной экспозиции к химическим примесям, выделяемым из строительных материалов сборно-каркасных строений (69 взрослых в возрасте от 18 до 83 лет и 26 детей в возрасте от 1 до 17 лет). Структура группы наблюдения была полностью определена фактическим проживанием людей в исследованных домах. Адекватную по половозрастному составу группу сравнения (79 человек) подбирали из жителей иных территорий и строений с условием отсутствия в воздухе их жилых домов повышенных уровней химических примесей, выделяющихся из строительных материалов.

Исследование состояния соматического статуса у населения групп наблюдения и сравнения было идентично и включало углубленный клинический осмотр педиатром, терапевтом, невропатологом, гастроэнтерологом, аллергологом-иммунологом, окулистом.

Клинико-функциональные исследования проводились по традиционным методикам с соблюдением этических принципов, изло-

женных в Хельсинкской декларации (1975 г. с доп. 1983 г.) и Национальным стандартом РФ ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP).

Обработку данных осуществляли статистическими методами (Statistica 6.0). Для сравнения групп и оценки достоверности использовали критерии Стьюдента, Фишера. Различия полученных результатов считали статистически значимыми при $p < 0,05$. Оценку зависимостей между признаками проводили методами однофакторного дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализа.

Результаты и их обсуждение. По результатам анализа документации, представленной застройщиками сборно-каркасных домов, было установлено, что при строительстве каждого сборно-каркасного дома было использовано до 9 типов полимерсодержащих материалов. Материалы напрямую контактировали с воздухом жилых помещений (покрытия стен, потолка, пола и пр.) или с воздухом помещений через технологические отверстия (например, материалы-утеплители).

Результаты камерных исследований показали, что в воздух материалы выделяли такие химические примеси, как формальдегид (в 29,6 % случаев, или 21 проба из 71), ксилол (77,8 % случаев, или 7 проб из 9), метанол (в 1,4 % случаев, или 1 проба из 71).

Образцы минеральной ваты ($0,0071 \pm 0,0014$ мг/м³), шумоизоляции ($0,005 \pm 0,0014$ мг/м³), пенополистирола ($0,003 \pm 0,0014$ мг/м³), фанеры ($0,0028 \pm 0,0006$ мг/м³), гипсоволоконного листа ($0,0027 \pm 0,0005$ мг/м³) формировали наиболее высокие концентрации формальдегида в воздухе климатических камер. Выделение прочих химических примесей в воздухе камер из образцов материалов находилось на уровнях ниже порогов определения химико-аналитических методов.

Результаты камерных исследований строительных и отделочных материалов и их насыщенности в жилых помещениях показали, что практически для всех сборно-каркасных домов, выстроенных по разным проектам, можно ожидать нарушения гигиенических нормативов содержания формальдегида. Последнее определяется миграцией примеси в окружающую среду при совокупном использовании материалов, даже с учетом экранирования незащищенных поверхностей. Средняя расчетная концентрации внутри помещений, создаваемая строительными и отделочными материалами, состав-

вила $0,018 \pm 0,008$ мг/м³; диапазон значений – от 0,011 до 0,025 мг/м³

Расчетные данные удовлетворительно корреспондировались с результатами инструментальных измерений качества воздуха внутри жилых помещений. Средняя измеренная концентрация формальдегида в воздухе жилых помещений составила $0,0154 \pm 0,008$ мг/м³. Притом в холодные период среднесуточные концентрации формальдегида достигали 0,083 мг/м³ (8,3 ПДК_{сс}), в летние дни, когда температура атмосферного воздуха составляла 30 °С и выше, были зафиксированы концентрации на уровне 0,143 мг/м³ (14,3 ПДК_{сс}). Концентрации прочих измеренных химических примесей (бензола, толуола, этилбензола, ксилола) не превышали десятой доли от гигиенических нормативов. Доказательность того, что загрязнение формируется источниками внутри помещения усилена данными измерений химически примесей в атмосферном воздухе в непосредственной близости к жилым домам. Среднесуточный уровень формальдегида в атмосферном воздухе не превышал 0,001 мг/м³. Как следствие, в дальнейшем оценку риска продукции осуществляли, принимая во внимание формальдегид как основной фактор опасности.

Анализ результатов углубленной оценки состояния здоровья населения, проживающего в сборно-каркасных домах, показал, что у взрослого населения установлены более высокие уровни заболеваемости относительно группы сравнения по классам болезней органов дыхания (в 1,7 раза), заболевания кожи и подкожной клетчатки (в 1,5 раза).

Были получены 5 логистических зависимостей ($R^2 - 0,023-0,87$, $p < 0,05$), описывающих повышения уровня заболеваемости населения при возрастании концентрации формальдегида в воздухе. Зависимости были установлены для классов болезней органов дыхания, кожи и подкожной клетчатки (рис. 1) и отдельных нозологических форм этих классов: другие аллергические риниты (J30.3), другие атопические дерматиты (L20.8), острая инфекция верхних дыхательных путей неуточненная (J06.9).

Анализ результатов углубленного обследования состояния здоровья населения, входящего в группу наблюдения (по сравнению с группой сравнения), показал, что у них имеются отклонения в клинико-лабораторных показателях, которые могут в дальнейшем приводить к формированию заболеваемости, соответствующей полученным моделям.

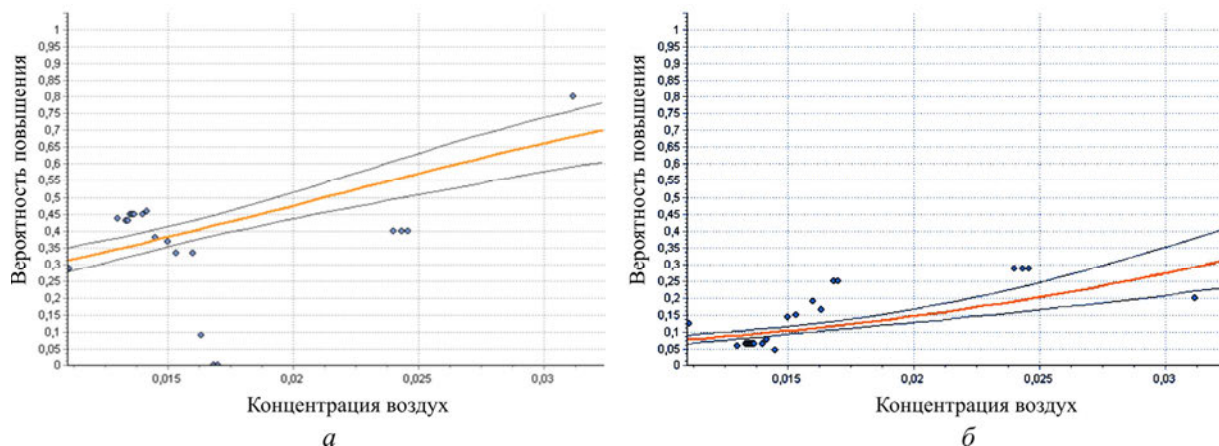


Рис. 1. Вероятность повышения заболеваемости: *а* – дыхания населения сборно-каркасных домов при изменении концентрации формальдегида в воздухе, $y = \frac{1}{1 + e^{-(-1,622+77,135 \times X)}}$, ($p < 0,05$); *б* – по классу болезней кожи и подкожной клетчатки населения сборно-каркасных домов при изменении концентрации формальдегида в воздухе, $y = \frac{1}{1 + e^{-(-3,334+81,152 \times X)}}$, ($p < 0,05$)

Так, установлено, что у населения, проживающего в сборно-каркасных домах, уровни содержания формальдегида в крови детей достоверно превышали уровень сравнения. Уровень содержания формальдегида в крови детей составлял $0,0127 \pm 0,0014$ мг/дм³ при уровне сравнения – $0,0041 \pm 0,00041$ мг/дм³ ($p < 0,05$).

У населения группы наблюдения установлена неспецифическая сенсibilизация организма, о чем свидетельствует повышенное значение в 1,3 раза эозинофильно-лимфоцитарного индекса у детей в группе наблюдения ($0,09 \pm 0,02$ усл. ед.), по сравнению с детьми группы сравнения ($0,074 \pm 0,0081$ усл. ед.) ($p = 0,00$). У взрослых группы наблюдения данный показатель составил $0,1 \pm 0,013$ усл. ед. и превысил в 1,4 раза показатель группы сравнения ($0,071 \pm 0,015$ усл. ед.) ($p = 0,003$). У взрослых группы наблюдения зарегистрирован повышенный ($3,75 \pm 0,37$ %) относительно группы сравнения ($2,16 \pm 0,38$ %) уровень относительного числа эозинофилов ($p = 0,0$).

В целом у 15–17 % жителей отмечаются ранние активационные изменения иммунного ответа на формальдегид, заключающиеся в повышенной активации интерлейкина-10 в функциональных пробах. У детей группы наблюдения зарегистрирован достоверно более высокий показатель IgE специфического к формальдегиду ($1,14 \pm 0,36$ МЕ/см³ против $0,746 \pm 0,28$ МЕ/см³; $p = 0,036$).

Полученные и подтвержденные углубленными исследования парные зависимости позволили построить модель эволюции дополнительного риска нарушения функций органов

дыхания у жителей под воздействием формальдегида. Общий вид зависимости выглядел так

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

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, мг/м³; K – недействующая концентрация формальдегида, мг/м³.

В качестве тяжести нарушения принимали величину, рекомендуемую Всемирной организацией здравоохранения для болезней верхних дыхательных путей ($g = 0,07$) [19], что позволило в дальнейшем использовать стандартные критерии характеристики риска [15].

Полученная математическая модель дала возможность оценить дополнительные риски, формируемые для здоровья жителей как отдельным видом продукции, к примеру, древесно-волоконистыми плитами (ДВП), древесно-стружечными плитами (ДСП), ориентированно-стружечными плитами (OSB), так и их совокупностью. Пример графического отображения эволюции риска приведен на рис. 2.

В качестве критериев для характеристики риска использовали рекомендуемую шкалу, в соответствии с которой риск, повлекший тяжелое

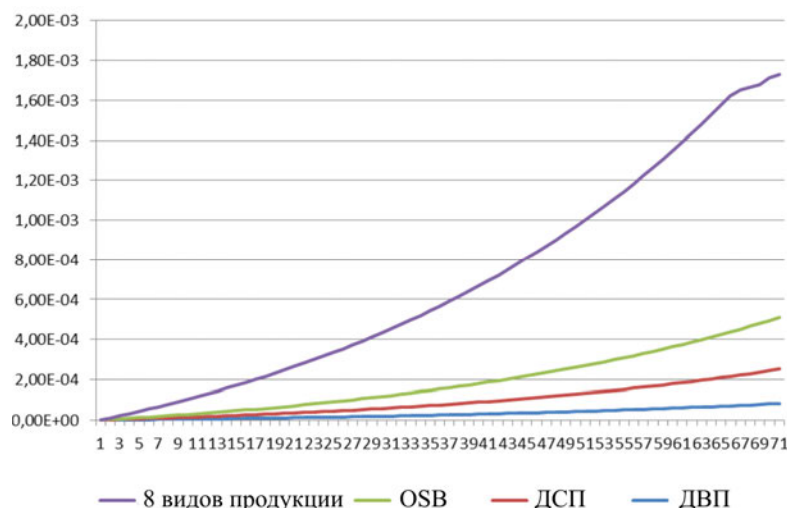


Рис. 2. Модель нарастания рисков формирования болезней органов дыхания у лиц, проживающих в условиях воздействия формальдегида, выделяющегося в воздух жилых помещений из ряда строительных и отделочных материалов

Показатели риска для здоровья потребителей строительных и отделочных материалов, выделяющих вредные примеси во внутреннюю среду помещений, при проживании в заданных условиях экспозиции формальдегидом с 0 лет

Период экспозиции	Линолеум	ДВП	ДСП	OSB	8 видов продукции
0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
1	4,55E-07	9,28E-07	9,28E-07	1,42E-06	7,60E-06
2	9,21E-07	1,88E-06	1,88E-06	2,88E-06	1,54E-05
3	1,40E-06	2,85E-06	2,85E-06	4,37E-06	2,34E-05
4	1,89E-06	3,85E-06	3,85E-06	5,89E-06	3,15E-05
5	2,39E-06	4,88E-06	4,88E-06	7,46E-06	3,99E-05
12	6,26E-06	1,28E-05	1,28E-05	1,95E-05	1,05E-04
25	1,54E-05	3,15E-05	3,15E-05	4,82E-05	2,58E-04
30	1,98E-05	4,05E-05	4,05E-05	6,19E-05	3,31E-04
35	2,48E-05	5,05E-05	5,05E-05	7,73E-05	4,14E-04
40	3,03E-05	6,19E-05	6,19E-05	9,48E-05	5,07E-04
42	3,28E-05	6,69E-05	6,69E-05	1,02E-04	5,47E-04
45	3,66E-05	7,48E-05	7,48E-05	1,14E-04	6,12E-04
50	4,38E-05	8,93E-05	8,93E-05	1,37E-04	7,31E-04
55	5,18E-05	1,06E-04	1,06E-04	1,62E-04	8,65E-04
60	6,08E-05	1,24E-04	1,24E-04	1,90E-04	1,02E-03
65	7,11E-05	1,45E-04	1,45E-04	2,22E-04	1,19E-03
70	8,26E-05	1,69E-04	1,69E-04	2,58E-04	1,22E-03

заболевание или смерть, считали приемлемым, если он составлял не более $1 \cdot 10^{-4}$ [17]. Превышение данного уровня рассматривали как ситуацию недопустимого риска.

Установлено, что ряд материалов (линолеум, древесно-волоконистая плита, утеплитель и др.), используемых изолированно, не формируют недопустимого риска для здоровья в течение максимально возможного срока экспозиции, который принимали равным 70 годам, при проживании в заданных условиях экспозиции формальдегида с 0 лет.

Для ряда видов продукции (древесно-стружечных плит, минеральной ваты, плит OSB) критической временной точкой перехода в категорию «риск недопустимый» являются периоды 15–20 лет и более. Однако наиболее существенным из полученных результатов является вывод о том, что совокупное применение ряда товаров длительного пользования формирует недопустимые риски для здоровья потребителей уже через 10–12 лет экспозиции (таблица).

Результаты позволили выполнить прогноз ситуации формирования недопустимого риска

для жителей исследованных сборно-каркасных домов. Полученные данные легли среди прочих в основу решения в неприемлемости продолжения проживания людей в уже заселенных домах и нецелесообразности использования для постоянного проживания еще незаселенных домов изученных серий.

Выводы. Оценка риска для здоровья потребителей продукции длительного пользования является крайне актуальной и обязательной процедурой, требующей применения методических подходов, позволяющих учитывать нарастание рисков в течение длительного времени.

Полученные результаты показывают, что соответствие продукции установленным стан-

дартам не всегда является гарантией отсутствия недопустимых рисков для здоровья, что должно быть учтено, в том числе, при принятии решений о совместном применении тех или иных товаров или при информировании пользователей об имеющихся рисках.

Разработанные подходы, учитывающие эволюцию (нарастание) негативных эффектов для здоровья в условиях длительного воздействия потребительской продукции, адекватны задачам оценки риска потребительской продукции длительного пользования и могут применяться при обосновании широкого круга управляющих решений, направленных на обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Список литературы

1. Алоев В.З., Жирикова З.М., Тарчокова М.А. Исследование газообразных продуктов деструкции полимерных материалов в условиях длительного теплового старения // *NovInfo.Ru*. – 2016. – Т. 2, № 55. – С. 12–18.
2. Арнаутов О.В. О совершенствовании механизмов установления и изменения показателей качества и безопасности пищевой продукции в нормативных и правовых актах Евразийского экономического союза // *Вопросы питания*. – 2016. – Т. 85, № 1. – С. 110–116.
3. Еловская Л.Т., Прокопенко Л.В. Гармонизация отечественного и зарубежного санитарного законодательства по проблеме промышленных аэрозолей // *Медицина труда и промышленная экология*. – 2014. – № 2. – С. 1–5.
4. Зайцева Н.В., Лебедева-Несевря Н.А. Подходы к построению эффективной региональной системы информирования о рисках здоровью // *Здоровье семьи – 21 век*. – 2010. – № 4. – С. 8.
5. Зибарев П.В., Зубкова Т.П. Экологическая безопасность полимерных строительных материалов // *Экология промышленного производства*. – 2007. – № 2. – С. 27–33.
6. Значение жилищных условий и городской среды для здоровья / М. Braubach, М.Е. Heroux, N. Korol, E. Raunovic, I. Zastenska // *Гигиена и санитария*. – 2014. – Т. 93, № 1. – С. 9–15.
7. Камалтдинов М.Р., Кирьянов Д.А. Применение рекуррентных соотношений для оценки интегрального риска здоровью населения // *Здоровье семьи – 21 век*. – 2011. – № 3. – С. 6.
8. Киселев А.В., Мельцер А.В. Информирование о риске – методологические аспекты обеспечения санэпидблагополучия населения // *Профилактическая и клиническая медицина*. – 2014. – Т. 53, № 4. – С. 6–9.
9. Маевская С.В., Пресников О.Н. Исследование факторов, влияющих на выбор материалов при строительстве деревянного дома // *Молодой ученый: вызовы и перспективы: сборник статей по материалам VI Международной научно-практической конференции*. – М.: Интернаука, 2016. – С. 144–152.
10. 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.
11. Методические подходы к оценке популяционного риска здоровью на основе эволюционных моделей / Н.В. Зайцева, П.З. Шур, Д.А. Кирьянов, М.Р. Камалтдинов, М.Ю. Цинкер // *Здоровье населения и среда обитания*. – 2013. – Т. 238, № 1. – С. 4–6.
12. Методология оценки рисков здоровью населения при воздействии химических, физических и биологических факторов для определения показателей безопасности продукции (товаров). – М.: Юманите-медиа, 2014. – 120 с.
13. 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.
14. 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.
15. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
16. Рахманин Ю.А., Сеницына О.О. Состояние и актуализация задач по совершенствованию научно-методологических и нормативно-правовых основ в области экологии человека и гигиены окружающей среды // *Гигиена и санитария*. – 2013. – № 5. – С. 4–10.

17. Ярцев В.П., Ерофеев А.В. Исследование работы декоративных плит в реальных условиях эксплуатации // Промышленное и гражданское строительство. – 2015. – № 1. – С. 24–27.
18. Asthma symptoms in relation to measured building dampness in upper concrete floor construction and 2-ethyl-1-hexanol in indoor air / D. Norrback, G. Wieslander, K. Nordstrom, R. Walinder // Int J. Tuberc. Lung. Dis. – 2000. – № 4. – 1016–1025.
19. Global burden of disease 2004 update: disability weights for diseases and conditions. – Geneva: World Health Organization, 2008. – 9 p.
20. Our cities, our health, our future. Acting on social determinants for health equity in urban areas. – Geneva: World Health Organization, 2008. – 199 p.
21. Reference values for structure emissions measured on site in new residential buildings in Finland / H. Jarnstrom, K. Saarela, A.-L. Pasanen, P. Kalliokoski // Atmos Environ. – 2007. – Vol. 41. – P. 2290–2302.
22. Tuomainen A., Seuri M., Sieppi A. Indoor air quality and health problems associated with damp floor coverings // Int Arch. Occup. Environ. Health. – 2004. – Vol. 77. – P. 222–226.
23. Wilke O., Jann O., Brodner D. VOC- and SVOC-emissions from adhesives, floor coverings and complete floor structures // Indoor Air. – 2004. – Vol. 14, № 8. – P. 98–107.
24. Yu C., Crump D. A review of the emission of VOCs from polymeric materials used in buildings // Build Environ. – 1998. – Vol. 33. – P. 357–374.

Май И.В., Никифорова Н.В., Хорошавин В.А. Методические подходы к оценке риска для здоровья потребителей продукции длительного пользования (на примере строительных материалов) // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 26–36. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.03

UDC 614.7/9+658.562 (072)

DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.03.eng

METHODOLOGICAL APPROACHES AND PRACTICES FOR ASSESSING CONSUMERS' HEALTH RISKS CAUSED BY DURABLE GOODS (ON THE EXAMPLE OF CONSTRUCTION AND FINISHING MATERIALS)

I.V. May¹, N.V. Nikiforova¹, V.A. Khoroshavin²

¹Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, 82 Monastyrskaya Str., Perm, 614045, Russian Federation

²Center for Hygiene and Epidemiology in Perm region, 50 Kuibysheva Str., Perm, 614000, Russian Federation

The article deals with an issue related to risk assessment as a criterion of durable consumer goods safety for population health; construction materials and finishing materials are a very relevant example of such goods. We showed that legislative and methodological grounds for assessing such risks were not sufficient. So we developed approaches to risk assessment on the basis of evolution models which allowed to examine risks growth under chronic exposure. We revealed that even if certain goods conformed to sanitary standards set forth by technical regulations they could still cause unacceptable health risks for consumers. And the risks tended to grow dramatically when several goods with similar or identical hazardous effects were consumed together.

We performed epidemiologic and profound medical-biological examinations and obtained authentic mathematical dependencies of correlation between exposure and consumer health disorders; these models are adequate to the data taken from relevant scientific literature. We tested methodological approaches to application of the detected "dose - effect" dependencies for evolution modeling. These approaches were tried out in real-life situations when certain construction and finishing materials were used in precast frame low-rise housing construction. We proved that long living in houses which were built with the use of 7–8 and more polymer-containing materials formed unacceptable risks for citizens' health after 10–12 years. The results we obtained helped to justify a decision that people should moved houses as it was unacceptable to live in them any longer; it was also considered inadvisable to use newly-built and still uninhabited houses of the studied lines for constant living.

Basically, these methodical approaches can be applied in assessing risks caused by a wide range of durable consumer goods.

Key words: durable consumer goods, health risks, risks evolution, technical regulation, chronic exposure, polymer-containing materials.

© May I.V., Nikiforova N.V., Khoroshavin V.A., 2017

Irina V. May – Doctor of Biological Sciences, Professor, Deputy Director for Research (e-mail: may@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 237-25-47).

Nadezhda V. Nikiforova – research worker (e-mail: kriulina@fcrisk.ru; tel. +7 (342) 237-18-04).

Viktor A. Khoroshavin – Doctor of Medicine Sciences, Head Physician (e-mail: cgepo@mail.ru; tel.: +7(342) 239-34-09).

References

1. Aloe V.Z., Zhirikova Z.M., Tarchokova M.A. Issledovanie gazoobraznykh produktov destrukttsii polimernykh materialov v usloviyakh dlitel'nogo teplovogo stareniya. *NovInfo.Ru*, 2016, vol. 2, no. 55, pp. 12–18 (in Russian).
2. Arnautov O.V. O sovershenstvovanii mekhanizmov ustanovleniya i izmeneniya pokazatelei kachestva i bezopasnosti pishchevoi produktsii v normativnykh i pravovykh aktakh Evraziiskogo Ekonomicheskogo Soyuza [On improvement of the mechanism for establishing and changing indicators of quality and food safety in the regulatory and legal acts of the Eurasian Economical Union]. *Voprosy pitaniya*, 2016, vol. 85, no. 1, pp. 110–116 (in Russian).
3. Elovskaya L.T., Prokopenko L.V. Garmonizatsiya otechestvennogo i zarubezhnogo sanitarnogo zakonodatel'stva po probleme promyshlennykh aerozolei [Harmonization of national and foreign sanitary laws on industrial aerosols]. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2014, no. 2, pp. 1–5 (in Russian).
4. Zaitseva N.V., Lebedeva-Nesevrya N.A. Podkhody k postroeniyu effektivnoi regional'noi sistemy informirovaniya o riskakh zdorov'yu [Methodological approaches to building of regional system of health risks information]. *Zdorov'e sem'i - 21 vek*, 2010, no. 4, pp. 8 (in Russian).
5. Zibarev P.V., Zubkova T.P. Ekologicheskaya bezopasnost' polimernykh stroitel'nykh materialov [Ecological safety of polymer construction materials]. *Ekologiya promyshlennogo proizvodstva*, 2007, no. 2, pp. 27–33 (in Russian).
6. Braubach M., Heroux M.E., Korol N., Paunovic E., Zastenskaya I. Znachenie zhilishchnykh uslovii i gorodskoi sredy dlya zdorov'ya [The value of housing conditions and urban environment for the health]. *Gigiena i sanitariya*, 2014, vol. 93, no. 1, pp. 9–15 (in Russian).
7. Kamaltdinov M.R., Kiryanov D.A. Primenenie rekurrentnykh sootnoshenii dlya otsenki integral'nogo riska zdorov'yu naseleniya [The application of recurrent relations for integrated health risk assessment]. *Zdorov'e sem'i - 21 vek*, 2011, no. 3, pp. 6 (in Russian).
8. Kiselev A.V., Mel'tser A.V. Informirovanie o riske – metodologicheskie aspekty obespecheniya sanepid-blagopoluchiya naseleniya [Risk communication: Methodological aspects of sanitary and epidemiological welfare of population]. *Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina*, 2014, vol. 53, no. 4, pp. 6–9 (in Russian).
9. Maevskaya S.V., Presnikov O.N. Issledovanie faktorov, vliyayushchikh na vybor materialov pri stroitel'stve derevyannogo doma [Examination of factors which influence the choice of materials applied in constructing a wood house]. *Molodoi uchenyi: vyzovy i perspektivy: Sbornik statei po materialam VI mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii [A young scientist: challenges and prospects: Collected articles and materials of the VI international theoretical and practical conference]*. Moscow, Internauka Publ., 2016, pp. 144–152 (in Russian).
10. Zaitseva N.V., Shur P.Z., May I.V., Kiryanov D.A. Metodicheskie podkhody k otsenke integral'nogo riska zdorov'yu naseleniya na osnove evolyutsionnykh matematicheskikh modelei [Approaches to the assessment of integrated health risk population based on evolution of mathematical models]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2011, no. 10, pp. 6–9 (in Russian).
11. Zaitseva N.V., Shur P.Z., Kiryanov D.A., Kamaltdinov M.R., Tsinker M.Yu. Metodicheskie podkhody k otsenke populyatsionnogo riska zdorov'yu na osnove evolyutsionnykh modelei [Methodical approaches for health population risk estimation based evolution models]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2013, vol. 238, no. 1, pp. 4–6 (in Russian).
12. Metodologiya otsenki riskov zdorov'yu naseleniya pri vozdeistvii khimicheskikh, fizicheskikh i biologicheskikh faktorov dlya opredeleniya pokazatelei bezopasnosti produktsii (tovarov) [Methodology for assessing population health risks occurring under exposure to chemical, physical, and biological factors for determining products safety parameters]. Moscow, Yumanite-media, 2014, 120 p. (in Russian).
13. Zaitseva N.V., Tutel'yan V.A., Shur P.Z., Khotimchenko S.A., Sheveleva S.A. Opyt obosnovaniya gigienicheskikh normativov bezopasnosti pishchevykh produktov s ispol'zovaniem kriteriev riska zdorov'yu naseleniya [Experience of justification of hygienic standards of food safety with the use of criteria for the risk for population health]. *Gigiena i sanitariya*, 2014, vol. 93, no. 5, pp. 70–74 (in Russian).
14. Avaliani S.L., Novikov S.M., Shashina T.A., Skvortsova N.S., Mishina A.L. Problemy garmonizatsii normativov atmosferynykh zagryaznenii i puti ikh resheniya [Problems and ways of solutions to harmonize standards for air pollution]. *Gigiena i sanitariya*, 2012, no. 5, pp. 75–78 (in Russian).
15. Rukovodstvo po otsenke riska dlja zdorov'ya naseleniya pri vozdeystvii himicheskikh veshhestv, zagryaznyajushchih okruzhayushchuyu sredu R 2.1.10.1920-04 [Guide to health risk assessment when exposed to chemicals polluting the environment 2.1.10.1920-04]. Moscow, Federal'nyj centr Gossanepidnadzora Minzdrava Rossii publ., 2004, 143 p. (in Russian).
16. Rakhmanin Yu.A., Sinitsyna O.O. Sostoyanie i aktualizatsiya zadach po sovershenstvovaniyu nauchno-metodologicheskikh i normativno-pravovykh osnov v oblasti ekologii cheloveka i gigieny okruzhayushchei sredy [Status and actualization of tasks to improve the scientific-methodological and regulatory frameworks in the field of human ecology and environmental hygiene]. *Gigiena i sanitariya*, 2013, no. 5, pp. 4–10.
17. Yartsev V.P., Erofeev A.V. Issledovanie raboty dekorativnykh plit v real'nykh usloviyakh ekspluatatsii [Study of Work of Decorative Plates under Operation Conditions]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2015, no. 1, pp. 24–27 (in Russian).

18. Norrback D., Wieslander G., Nordstrom K., Walinder R. Asthma symptoms in relation to measured building dampness in upper concrete floor construction and 2-ethyl-1-hexanol in indoor air. *Int J. Tuberc. Lung. Dis.*, 2000, no. 4, pp. 1016–1025.

19. Global burden of disease 2004 update: disability weights for diseases and conditions. Geneva, World Health Organization Publ., 2008, 9 p.

20. Our cities, our health, our future. Acting on social determinants for health equity in urban areas. Geneva, World Health Organization Publ., 2008, 199 p.

21. Jarnstrom H., Saarela K., Pasanen A.-L., Kalliokoski P. Reference values for structure emissions measured on site in new residential buildings in Finland. *Atmos Environ*, 2007, vol. 41, pp. 2290–2302.

22. Tuomainen A., Seuri M., Sieppi A. Indoor air quality and health problems associated with damp floor coverings. *Int Arch. Occup. Environ. Health*, 2004, vol. 77, pp. 222–226.

23. Wilke O., Jann O., Brodner D. VOC- and SVOC-emissions from adhesives, floor coverings and complete floor structures // *Indoor Air*. – 2004, vol.14, no. 8, pp. 98–107.

24. Yu C, Crump D. A review of the emission of VOCs from polymeric materials used in buildings. *Build Environ*, 1998, no. 33, pp. 357–374.

May I.V., Nikiforova N.V., Khoroshavin V.A. Methodological approaches and practices for assessing consumers' health risks caused by durable goods (on the example of construction and finishing materials). Health Risk Analysis, 2017, no. 2, pp. 26–36. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.03.eng

Получена: 08.02.2017

Принята: 06.06.2017

Опубликована: 30.06.2017