

ФОРМАЛЬДЕГИД В ВОЗДУХЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ

Ниязова О.А
Ахмадалиева Н.О

Ташкентская медицинская академия

Аннотация: *На основе анализа научных публикаций описаны гигиенические проблемы, связанные с наличием формальдегида в воздухе образовательных учреждений (основные источники исследуемого вещества в атмосферном воздухе и в воздухе закрытых помещений), также указаны вредные воздействия формальдегида на организм и состояние здоровья взрослого и детского населения, такие как раздражающее, аллергенное, мутагенное, канцерогенное и другие действия.*

Ключевые слова: *формальдегид, здоровье школьников, химический состав воздуха, закрытые помещения, атмосферный воздух, астма, школа.*

Антропогенное загрязнение окружающей среды и неблагоприятная экологическая ситуация в промышленных регионах обуславливают необходимость проведения санитарно-гигиенического и биологического мониторинга экзогенных токсикантов. Сегодня в мире от 25 до 33 % всех зарегистрированных заболеваний, по оценкам ВОЗ, напрямую связаны с загрязнением окружающей среды, из них 2/3 касаются детского населения [4, 6, 10, 17, 20].

Особенно актуальна эта проблема для территорий с развитыми промышленными отраслями. Среди летучих органических веществ, формирующих химическую нагрузку, весомый вклад вносит широко распространенный в окружающей среде формальдегид, который относится к ряду кислородсодержащих органических соединений [1, 2, 4, 5]. Он обладает раздражающим, аллергенным, мутагенным и канцерогенным действием и относится ко II классу опасности. Также формальдегид способен накапливаться в тканях и органах, оказывая отрицательное влияние на состояние и функции систем человека, и представляет опасность для здоровья детского и взрослого населения [3, 8]. Хроническое поступление в организм загрязнителей антропогенной природы могут привести к стойким изменениям, а в дальнейшем и к патологии в различных системах и органах. Токсическое действие формальдегида связано с его высокой реакционной способностью во взаимодействии с нуклеофильными группами молекул белка, ДНК и РНК. Формальдегид относится к числу наиболее известных поллютантов атмосферного воздуха. Он является постоянным компонентом атмосферы. Обычно средняя концентрация его в атмосфере колеблется в диапазоне от

0,002 до 0,4 мг/м. Основной вклад в прямые выбросы формальдегида, вносят такие источники, как сжигание мусора, лесные пожары, а также сжигание различных видов топлива в промышленности, в быту и в двигателях автомобилей. Из большого числа остальных антропогенных источников следует упомянуть химические и нефтехимические производства, а также производство пластмасс и строительных материалов, теплоэлектростанции [7, 9, 17-20]. В большинстве случаев, в атмосферный воздух формальдегид выделяется при сжигании топлива автомобильным, железнодорожным, морским, речным, авиационным транспортом, а также при различных производствах, например, при производстве целлюлозы и бумаги. Кроме того, формальдегид образуется за счет фотохимических реакций и процессов трансформации органических соединений, загрязняющих атмосферный воздух, таких как метан, метиловый спирт, муравьиная кислота, хлорпроизводные метана и т.д. [16, 18].

Формальдегид, метаналь (химическая формула - CH_2O или HCHO) — органическое соединение, возглавляющее класс алифатических альдегидов. При стандартных условиях, формальдегид — это бесцветный газ с резким неприятным (тяжёлым, удушающим) запахом. Является раздражителем, контаминантом и канцерогеном. Ядовит (в больших концентрациях).

Дети проводят в школах больше времени, чем в любом другом месте, кроме дома. Миллионы взрослых проводят свою трудовую жизнь в этих же школах. Поэтому так важен химический состав воздуха жилых, общественных и образовательных помещений.

В условиях закрытых помещений человек подвергается постоянному воздействию факторов физической, химической, биологической природы.

Химический состав воздуха закрытых помещений определяется газовым составом атмосферного воздуха и веществам - загрязнителями, выделяющимися внутри помещений. Вклад атмосферного воздуха в суммарную химическую нагрузку составляет 20 - 36%. Остальные 80 - 64 % приходятся на внутренние источники. Специалистами установлено, что загрязнение воздуха внутри помещений может во много раз превосходить наружное [1, 8, 9, 11].

Согласно современным научным данным, одним из факторов, существенно влияющих на здоровье детей, является загрязнение атмосферного воздуха химическими веществами, вызывающими заболевания органов дыхания, сердечно-сосудистую патологию, болезни эндокринной системы. По данным Всемирной организации здравоохранения воздушная среда жилых помещений является неблагоприятной для здоровья человека. Это имеет огромное значение, учитывая то, что 70 % своего дневного времени человек проводит в помещениях непроизводственного назначения, качество воздушной среды которых колеблется между показателями атмосферного воздуха населенных мест и воздуха рабочей зоны [3, 11]. Исследования последних лет доказывают

значимую роль качества внутренней среды помещений учреждений образования в возникновении заболеваний детей и подростков. Учитывая количество потенциальных источников химических поллютантов воздушной среды учебных помещений, качественный состав загрязнения, колебания концентраций поллютантов, а также комбинированный характер их воздействия на организм человека, разработка мер профилактики неблагоприятного ингаляционного воздействия загрязняющих веществ и принятие управленческих решений должны основываться на результатах оценки риска [12, 14].

Контроль и мониторинг загрязнения воздушной среды помещений, в том числе учебных, требует применения подходящих и современных методов, отражающих непосредственную величину воздействия [3].

Формальдегид широко распространен и в среде обитания человека. В воздушную среду жилых помещений, а также общественных и детских учреждений он поступает из мебели, древесно-стружечных плит, полимерных, строительных и отделочных материалов, с табачным дымом, с продуктами сгорания бытового газа. Воздушная среда этих помещений при относительно низких концентрациях формальдегида и небольших объемах воздуха для разбавления в сочетании с неблагоприятными факторами микроклимата небезразлична для детей, проводящих большую часть времени суток в закрытых помещениях (квартиры, школы и дошкольные учреждения) и может серьезно влиять на их самочувствие, работоспособность и здоровье [2, 13].

Одним из самых мощных источников загрязнения воздушной среды помещений жилых и общественных зданий являются строительные и отделочные материалы, изготовленные из полимеров. Человеку свойственно стремление к более комфортным условиям проживания и сохранению энергии, что вполне обеспечивает современный «евроремонт», который предполагает и комфортность, и высокую степень изоляции помещения от внешней среды. Такая изоляция помещения может привести к накоплению вредных веществ в воздухе, что зачастую приводит к возникновению новой нередко негативной нагрузки, которая не соответствует природной первичной среде [9, 14, 16].

Результаты многочисленных исследований показывают, что практически все полимерные материалы являются источником миграции в воздушную среду формальдегида и многих других химических токсичных веществ, оказывающих вредное влияние на здоровье людей. Так, стеклопластики на основе различных смесей выделяют в воздушную среду помещений значительные количества ацетона, толуола, бутанола, формальдегида, фенола, стирола [3]. Линолеумы, применяемые для покрытия полов и пенопласты, применяемые для отделочных работ внутри помещений, выделяют

формальдегид, фенол, стирол и другие летучие вещества. Мебель, изготовленная из древесностружечных плит на фенолформальдегидной и

мочевиноформальдегидной основе, загрязняет воздушную среду жилых и общественных зданий фенолом, формальдегидом, аммиаком и др. [7].

Концентрация формальдегида (НСНО) в помещениях зависит от наличия первичных источников выбросов, таких как строительные материалы (древесностружечные плиты, древесноволокнистые плиты средней плотности, фанера, смолы, клеи и ковровые покрытия). Концентрация зависит от температуры и влажности воздуха в помещении. Распространенным загрязнителем в школе является НСНО, который также может выделяться из мебели, потолочной плитки, деревянных стеллажей и столярных изделий [4, 20]. Выбросы формальдегида в атмосферу происходят в результате процессов сжигания топлива (электростанции, дорожное движение и т.д.). Вторичное образование НСНО происходит в воздухе в результате окисления летучих органических соединений (ЛОС) и реакций между озоном (главным образом, поступающим извне) и алкенами. Вклад этих вторичных химических процессов в концентрацию в окружающей среде и внутри помещений до сих пор полностью не определен количественно. Принимая во внимание все внутренние источники НСНО, трудно определить основные из них, которые способствуют повышению уровня НСНО в помещениях [7, 15].

В общеобразовательных учреждениях состав воздуха учебных помещений имеет влияние на состояние здоровья учащихся. Вместе с тем состояние здоровья детского населения в России вызывает обоснованную тревогу: к окончанию школы около 85 % детей страдают различными хроническими заболеваниями [6, 9]. За годы обучения в школе в пять раз возрастает число больных детей с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата; в четыре раза увеличивается количество детей с нарушениями психического здоровья, в три раза – с заболеваниями органов желудочно-кишечного тракта. Схожая ситуация наблюдается и в других странах [9, 13, 15].

Существенный вклад в развитие неблагоприятных эффектов на здоровье учащихся вносят загрязнители воздуха учебных помещений, в которых совершается учебный процесс. Источником загрязнения учебных помещений являются токсичные выделения синтетических смол, которыми пропитаны древесно-стружечные плиты мебели, приобретаемой для классов, испарения, связанные с деструкцией полимерных смол, химических покрытий пола – линолеума и ПВХ-пленки. В процессе деструкции мебели и отделочных материалов, вызванной физико-химическими факторами, механическим воздействием или старением материала, в воздух выделяются фенол, формальдегид, ароматические органические соединения – бензол, этилбензол, ксилол, толуол и другие вещества – гомологи этой группы. По данным исследований, в воздушной среде жилых и общественных зданий идентифицировано более высокое количество вредных химических соединений по сравнению с атмосферным воздухом [5, 12, 18].

Последствия воздействия формальдегида в помещениях включают запах (который может вызывать дискомфорт), сенсорное раздражение глаз, воздействие на легкие (астма и аллергия) и экзему. Средний диапазон концентраций формальдегида в воздухе помещений (в домах, школах и общественных зданиях) составляет 0,002- 0,25 мг/м³, где концентрации сильно варьировались в разных странах. В городских условиях концентрации обычно находятся в диапазоне от 0,001 до 0,02 мг/м³. Согласно данным некоторым исследований, концентрация в помещении обычно намного выше, чем на открытом воздухе [7, 15, 21].

Химическое загрязнение воздуха учебных помещений может вызывать или усугублять имеющиеся заболевания, оказывать негативное воздействие на систему дыхания, кожи, слизистых оболочек, вызывать аллергические реакции [3].

Подтверждением негативного воздействия воздушной среды учебных помещений является исследование биологических сред учащихся на содержание химических соединений, определяемых в воздухе, поскольку именно прямые методы определения токсичных соединений в биосредах человека являются неоспоримым доказательством неблагоприятного воздействия на здоровье [4, 7, 11, 20].

Согласно биолого-физико-химической классификации Н.В. Лазарева и гигиенического норматива-ГН 2.1.6. 1338-03, формальдегид относится к токсичным веществам (II класс опасности). Его гигиенические нормативы составляют: в атмосферном воздухе – 0,035 мг/м (ПДК_{мр}) и 0,003 мг/м (ПДК_{сс}), в воздухе жилых и общественных зданий – 0,01 мг/м (ПДК_{сс}) [1, 2, 13, 14].

Как известно, формальдегид оказывает общетоксическое, раздражающее, аллергенное, канцерогенное и мутагенное действие и относится к высоко опасным веществам (2 класс) [2, 5].

Токсические свойства формальдегида хорошо изучены в экспериментах на животных. Основной путь попадания этого газа в организм – ингаляционный. Он оказывает выраженное токсическое действие на организм, раздражает слизистые оболочки глаз, горла, дыхательных путей, вызывает головную боль и тошноту. Порог раздражающего действия формальдегида на верхние дыхательные пути человека составляет 2,4 мг/м. Помимо общетоксического действия, у него выявлено наличие канцерогенных свойств [3, 12, 21].

По данным большинства исследователей порог запаха формальдегида, порог его рефлекторного действия при однократном вдыхании, а также порог раздражающего действия его на слизистую оболочку глаза находятся ниже 0,5 мг/м. Порог запаха формальдегида для человека в опыте В.П. Мелехиной колебался от 0,07 до 0,11 мг/м, в опыте Ю.Г. Фельдман и Т.И. Бонашевской – от 0,073 до 0,09 мг/м [15].

Важно отметить, что при воздействии на организм животных низких концентраций формальдегида появляется сенсibiliзирующий эффект, а при более высоких концентрациях – токсический эффект. Так, согласно данным И.К. Остапович, при действии формальдегида в концентрациях 15,7 и 2,0 мг/м у подопытных животных наблюдались однонаправленные изменения со стороны центральной нервной системы и крови. Ингаляция формальдегида при концентрации 15,7 мг/м не вызывала сенсibiliзации организма, в то время как концентрации 7,0 и 2,0 мг/м вызывали сенсibiliзацию. Причем, в первом случае аллергические реакции возникали на фоне интоксикации, во втором – до ее выраженных проявлений [3].

Кроме того, формальдегид является одним из самых сильных мутагенов. В опытах на дрозофиле, некоторых бактериях и растениях выявлена прямая зависимость между концентрацией формальдегида и количеством наследственных изменений. Мутагенная активность обусловлена непосредственным влиянием формальдегида на нуклеопротеиновую субстанцию, блокадой аминокислот в структуре генных протеинов [3, 9].

В связи с вышеизложенным, представляется очевидной связь риска развития негативных последствий со стороны здоровья детского населения, проживающего на территории с повышенной техногенной нагрузкой химическими поллютантами атмосферы, и воздушной среды закрытых помещений детских учреждений [5, 13, 22].

В организм человека формальдегид поступает ингаляционным, пероральным и перкутаным путями, а также образуется в организме в процессе естественного метаболизма. Длительное воздействие формальдегида может вызвать раздражение слизистых оболочек глаз, носа и других органов дыхания, поражение органов зрения, центральной нервной системы. Формальдегид оказывает мутагенное, сенсibiliзирующее действия на человека. Свободный формальдегид инактивирует ряд ферментов в органах и тканях, угнетает синтез нуклеиновых кислот, нарушает обмен

витамина С. Формальдегид неблагоприятно влияет на репродуктивную функцию, возможно его генотоксическое и иммунотоксическое действие [7, 14].

В условиях аэрогенного хронического действия повышается риск отрицательного влияния на состояние здоровья человека. Критические органы/системы при хроническом ингаляционном действии — органы дыхания, глаза, иммунная система, при хроническом пероральном поступлении — желудочно-кишечный тракт, центральная нервная система, печень, почки. Особенно чувствителен к неблагоприятному воздействию химических факторов окружающей среды, в том числе формальдегида, детский организм [14].

В работе Рукавишникова В.С. и соавт. установлена достоверная зависимость распространённости бронхиальной астмы от содержания формальдегида в моче

детей, позволяющая оценить вклад экспозиции формальдегидом в распространённость бронхиальной астмы на изучаемой территории [10].

В исследованиях Л.А. Дедкова, Л.Г. Лисецкой которые проводились в школах г. Ангарска был обследован воздух на содержание формальдегида в учебных классах, компьютерных классах и спортзалах. Анализ полученных данных показал, что в учебных помещениях обследованных школ не наблюдалось превышений нормативных значений по формальдегиду. Результаты сравнительного анализа содержания формальдегида в атмосферном воздухе и воздухе учебных и компьютерных классов показали прямую связь средней силы ($\gamma = 0,40$ и $\gamma = 0,63$ соответственно). Это значит, что в обследованных классах загрязнение воздуха формальдегидом имеет как внутренние, так и внешние источники. При осмотре учебных и компьютерных классов было отмечено наличие линолеума, пенопластовой потолочной плитки, мебели из ДСП. На основании полученных данных установлены следующие закономерности: если насыщенность закрытых помещений полимерными материалами ниже $1,0 \text{ мУм}^3$, то превышение гигиенического норматива по формальдегиду в воздухе помещений не наблюдается, при насыщенности закрытых помещений полимерными материалами выше $1,0 \text{ м}^2/\text{м}^3$ наблюдается превышение гигиенического норматива по формальдегиду в воздухе закрытых помещений. В свою очередь, скопление источников формальдегида в закрытых помещениях зависит от человеческого фактора, от понимания влияния поллютанта на собственное здоровье и здоровье подрастающего поколения [2].

В научной работе Т.Н. Унгуряну проведен анализ загрязнения атмосферного воздуха и первичной заболеваемости болезнями органов дыхания детского населения г. Новодвинска, где традиционно размещены предприятия целлюлозно-бумажной промышленности. Среднегодовые концентрации формальдегида в атмосферном воздухе превышали предельно допустимый уровень в 2 раза (летний период – 2,3 ПДК). Для сравнения концентрации метилмеркаптана были на уровне 1 ПДК. Наибольший вклад в патологию органов дыхания вносил формальдегид (от 41,1 до 53,7 %). В структуре первичной заболеваемости преобладали ОРВИ, острые фарингиты и назофарингиты [3].

В работе А.Н. Ганькина с соавторами, на основании данных диффузионного отбора проб воздуха учебных помещений было установлено, что основной вклад в формирование величины суммарного канцерогенного риска в воздухе учебных помещений вносит формальдегид, в то же время суммарный канцерогенный риск для ингаляционного пути поступления бензола, этилбензола и формальдегида значимо выше в воздухе учебных помещений по сравнению с атмосферным воздухом района расположения учреждений. Комбинированное воздействие химических веществ, загрязняющих воздушную среду учебных помещений, в концентрациях, не превышающих установленных

предельно допустимых, формирует повышенный риск развития заболеваний органов дыхания. Диффузионный отбор проб воздуха является доступным методом для контроля качества и мониторинга воздушной среды учебных помещений в длительном временном диапазоне, его результаты могут служить исходными данными для проведения оценки риска здоровью человека от воздействия загрязнения воздуха, планирования «адресных» профилактических мероприятий, а также оценке их эффективности [1].

Т. С. Улановой, К. П. Лужецким, Т.Д. Карнажицкой и другими проведены химико-аналитические исследования содержания формальдегида в атмосферном воздухе, воздухе помещений дошкольных и школьных образовательных учреждений и в биологических средах детей, проживающих в крупном промышленном городе (группа наблюдения) и сельской местности (группа сравнения) Западного Урала. Результаты проведенного исследования показали, что в условиях города установлено более высокое содержание формальдегида, чем в сельской местности: в 1,5 раза выше в атмосферном воздухе и в 2,9 раза выше в воздухе помещений детских садов и школ. Воздух закрытых помещений формирует более высокую по сравнению с атмосферным воздухом нагрузку по содержанию формальдегида: её доля составляет 93% на городской территории и 87% в сельской местности. Среднегрупповое содержание формальдегида в крови детей группы наблюдения в 4 раза превышает аналогичный показатель в группе сравнения. Установлено превышение регионального фонового уровня содержания формальдегида в крови детей в группе наблюдения в 7,6 раза, группе сравнения — в 1,8 раза. Анализ соматической заболеваемости по классам болезней показал, что в группе наблюдения приоритетные патологии, связанные с воздействием формальдегида, диагностированы в 1,1–9,5 раза чаще, чем в группе сравнения ($p < 0,05$). По отдельным нозоформам в группе наблюдения приоритетные нозологии встречаются в 1,8–9,7 раза чаще, чем в группе сравнения ($p < 0,05$). Получены статистически значимые модели зависимости вероятности повышения уровня заболеваемости детей болезнями органов дыхания, иммунной и нервной систем с увеличением концентрации свободного формальдегида в крови ($R^2 = 0,13-0,97$; $F = 45,4-4074$; $p \leq 0,001$) [14].

Целью исследования Marina Jovanovic, Biljana Vucicevihc, Valentina Turanjanin, Marija Zivkovic, Vuk Spasojevic было изучение качества воздуха в начальной школе, расположенной в городе на востоке Сербии. Характеристика концентрации загрязнения воздуха была проведена с основной целью определить взаимосвязь между загрязнением воздуха внутри помещений и на открытом воздухе в пяти классах. Измерения проводились непрерывно в помещении и на открытом воздухе в течение 10 дней. Были применены стандартные методы отбора проб и анализа (газовая хроматография в сочетании с масс-спектрометрией). Наиболее важным способом контроля

концентрации НСНО является скорость воздухообмена и использование материалов и изделий с низким уровнем выбросов. Предполагалось, что повышенная концентрация загрязняющих веществ в помещениях школьных классов является следствием неадекватной вентиляции, неполного сгорания угля в топке котла, низкого уровня удаления дымовых газов, старых ковров и напольных покрытий в наблюдаемых классах и плохого состояния окон. В школах Республики Сербия (РС) часто возникают проблемы, связанные с качеством воздуха в помещениях из-за загрязнения наружного воздуха, некачественного строительства и технического обслуживания зданий, плохой уборки и вентиляции. В РС доля школьников (в возрасте от 7 до 14 лет) в общей численности населения составляет 7,5%, и каждый 10-й ребенок школьного возраста страдает астмой. Исследование, проведенное в городе Белград, который занимает среднее место в списке городов РС с детской астмой, показывает, что 9% детей, посещающих начальную школу, страдают этим заболеванием [22].

Gerald McGwin Jr., Jeffrey Lienert, и John I. Kennedy Jr. проводили анализ имеющейся литературы, для того чтобы выявить имеется ли связь между формальдегидом и астмой у детского контингента, так как несмотря на многочисленные опубликованные исследования, касающиеся связи между воздействием формальдегида и детской астмой, устойчивая связь выявлена не была. После всестороннего поиска литературы они выявили семь рецензируемых исследований, дающих количественные результаты относительно связи между воздействием формальдегида и астмой у детей. Исследования были неоднородными в отношении определения астмы (например, самоотчет, диагноз врача). Большинство исследований были перекрестными. Для каждого исследования отношение шансов и 95% доверительный интервал для астмы были либо взяты из опубликованных результатов, либо рассчитаны на основе предоставленных данных. Характеристики, касающиеся дизайна исследования и популяции, также были обобщены. С учетом ограничений, возникших при их исследовании, результаты этого систематического обзора позволяют предположить, что существует положительная связь между уровнем формальдегида и детской астмой. Взятые в сочетании с правдоподобным биологическим механизмом, результаты этого исследования предоставляют важные доказательства потенциальной причинно-следственной связи между формальдегидом и астмой у детей. Учёные, которые проводили это исследование считают, что этот вопрос ещё не может быть закрыт. Необходимы хорошо продуманные проспективные эпидемиологические исследования, чтобы пролить дополнительный свет на этот вопрос [19].

В исследовании Neamtiu I.A., Lin S., Chen M., Roba C., Csobod E., Gurzau E.S. оценивалось воздействие формальдегида на румынских школьников в

зависимости от характеристик внутренней среды класса и респираторных и аллергических симптомов, о которых сообщалось в анкетном опросе, используя данные, собранные в SINPHONIE (Проект "Загрязнение воздуха в помещениях школ и здоровье: сеть обсерваторий в Европе"). Измерения содержания формальдегида и параметров микроклимата проводились в трех классах каждой школы, в пяти школах, а также по одному измерению на открытом воздухе в каждой школе. Анкеты использовались для сбора информации о характеристиках класса и воздействии на здоровье детей. Уровни формальдегида в помещениях в течение учебной недели варьировались от 15,5 до 66,2 мкг/м³, со средним значением, равным 34,8 мкг/м³. Скорректированное соотношение шансов для симптомов, похожих на аллергию, астму и грипп, составило 3,23 (95% ДИ 1,31–8,00), 2,69 (95% ДИ 1,04–6,97) и 2,39 (95% ДИ 1,04–5,50), соответственно, при воздействии более высоких уровней формальдегида (≥ 35 мкг/м³) в течение учебной недели, по сравнению с более низким уровнем воздействия формальдегида (< 35 мкг/м³). Более высокие уровни содержания формальдегида в помещениях были в значительной степени связаны с симптомами ухудшения здоровья у детей. Высокий уровень формальдегида в помещении был связан с использованием водостойкой краски для потолка. В проекте SINPHONIE среди всех европейских стран-участниц Румыния имела самую высокую максимальную концентрацию формальдегида в помещениях в течение учебной недели, а также самое высокое среднее значение на уровне страны. Исследование Neamtiu I.A., Lin S., Chen M., Roba C., Csobod E., Gurzau E.S. показало, что концентрация формальдегида в помещении класса, измеренная в течение отопительного сезона, имеет тенденцию к увеличению со снижением интенсивности вентиляции и повышением температуры и относительной влажности воздуха. В этом исследовании было обнаружено, что использование водостойкой краски для потолочных покрытий в классе в значительной степени связано с повышением уровня формальдегида в помещении, в то время как признаки повреждения влагой и более низкая скорость естественной вентиляции (окна открываются меньше времени) также были связаны с повышением уровня формальдегида в помещении, но менее существенно. Кроме того, они показали связь между более высоким уровнем формальдегида в помещении и риском возникновения симптомов со здоровьем (аллергических, гриппоподобных и астмоподобных симптомов) у детей, подвергающихся воздействию в течение школьных часов [23].

В связи с вышеизложенным, можно сделать заключение что формальдегид в учебных помещениях образовательных учреждений имеет отрицательное влияние на состояние здоровья учащихся.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Ганькин А. Н., Гриценко Т. Д., Соколов С. М., Пронина Т. Н. Риск здоровью учащихся, формируемый загрязнением воздушной среды учебных помещений // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 1. – С. 40-48.
2. Дедкова Л.А., Лисецкая Л.Г. – Эмиссия формальдегида в воздух закрытых помещений. // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2011. - №3. - С.76-79.
3. Дорогова В.Б., Тараненко Н.А., Рычагова О.А. Формальдегид в окружающей среде и его влияние на организм (обзор) // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. - 2010. - № 1. - С. 32-35.
4. Зайцева Н.В., Беляев Е.Н., Уланова Т.С., Леденцова Е.Е., Карнажицкая Т.Д. Химико-аналитическое обеспечение социально-гигиенического мониторинга кислородсодержащих органических соединений. М.; 2002.
5. Лебедева Н.В., Фурман В.Д., Кислицин В.А., Коньгин Е.А., Земляная Г.М., Королева М.В. Влияние строительного-отделочных материалов и новой мебели на возникновение респираторных заболеваний у детей // Гиг. и сан. 2004. № 4. С. 49–53.
6. Мальцева А.Ю. Влияние полимерных материалов на здоровье человека // Всероссийские с междунар. участием научные Далекие чтения молодых исследователей: матер. чтений. –Т. 2 / С.В. Науменко (отв. ред.); ред. кол.; Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. – Красноярск, 2016. - С.152-152.
7. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., Уланова Т.С. Контроль содержания химических соединений и элементов в биологических средах: руководство. Пермь: Книжный формат; 2011.
8. Парамонова Н.С. Экологически детерминированные нарушения состояния здоровья у детей. Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2005; (3): 74—6.
9. Польша Н.С., Ляшенко В.И., Джуриная С.Н., Шкарбан Е.С. Химическое загрязнение воздуха помещений детских учреждений // Гігієна населених місць. – 2010. – № 56. – С. 278–281.
10. Рукавишников В.С., Ефимова Н.В., Лисецкая Л.Г., Тараненко Н.А., Абраматец Е.А., Катульская О.Ю. Поиск адекватных биомаркеров для выявления влияния химических факторов на здоровье населения. Казанский медицинский журнал. 2009; 90(4): 473—6.
11. Ситало С.Г., Паранько Н.М. Воздействие загрязнения атмосферного воздуха на здоровье детей в Кривом Роге. Гигиена и санитария. 2009; 88(3): 22-5.
12. Тараненко Н.А. Проблемы мониторинга формальдегида в окружающей среде и биосредах детского населения (обзор). Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. 2012; (6): 156—9.

13. Тараненко Н.А., Ефимова Н.В., Рычагова О.А. К вопросу изучения химического загрязнения воздушной среды закрытых помещений детских учреждений городов Иркутской области// Экология человека. — 2009. — № 4. — С. 3 — 7.
14. Уланова Т.С., Лужецкий К.П., Карнажицкая Т.Д., Старчикова М.О., Пустобаева М.С. Исследование аэрогенного воздействия формальдегида на здоровье детского населения// Гигиена детей и подростков. – 2022. – С. 194-200.
15. Фельдман Ю.Г. О действии малых концентраций формальдегида на организм / Ю.Г. Фельдман, Т.Н. Бонашевская // Гиг. и сан. — 1971. — №5. - С. 6—11.
16. Фомин Г.С., Фомин О.Н. Воздух. Контроль загрязнений по международным стандартам. Справочник. — М., 2002. — С. 422.
17. Environmental Survey of Indoor Air Pollution by Formaldehyde (FA) in Kanazawa / K. Tazaki [et al.] // J. of Aerosol Research. — 2002. — N 4. — Vol.17. - P. 284-290.
18. Exposure to major volatile organic compounds and carbonyls in European indoor environment and associated health risk / D.A. Sarigiannis, S.P. Karakitsios, A. Gotti, I.L. Liakos, A. Katsoyiannis // Environmental International. – 2011. – Vol. 37 (4). – P. 743–765.
19. Gerald McGwin, Jr., Jeffrey Lienert and John I. Kennedy, Jr. Formaldehyde Exposure and Asthma in Children: A Systematic Review. Environmental Health Perspectives, Vol. 118, No. 3 (Mar., 2010), pp. 313-317
20. Global air quality and climate / A.M. Fiore, V. Naik, D.V. Spracklen, A. Steiner, N. Unger, M. Prather, D. Bergmann, P.J. Cameron-Smith, I. Cionni, W.J. Collins // Chemical Society reviews. – 2012. – Vol. 41. – P. 6663–6683.
21. Kampa M., Castanas E. Human health effects of air pollution // Environmental Pollution. – 2008. – Vol. 151 (2). – P. 362–367.
22. Marina Jovanovic, Biljana Vucicevic, Valentina Turanjanin, Marija Zivkovic, Vuk Spasojevic. Investigation of indoor and outdoor air quality of the classrooms at a school in Serbia. Energy. Vol. 77. 1 December 2014. pp. 42-48.
23. Neamtiu IA, Lin S, Chen M, Roba C, Csobod E, Gurzau ES. Assessment of formaldehyde levels in relation to respiratory and allergic symptoms in children from Alba County schools, Romania.// Environ Monit Assess. 2019 Aug 24;191(9):591.