УДК: 613.15

ЭЛЕКТРОННЫЕ СИГАРЕТЫ И ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА В ОБЩЕСТВЕННЫХ МЕСТАХ: НОВАЯ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА

Рустамова Шоира Каюмжоновна - ассистент
Андижанский государственный медицинский институт (Андижан, Узбекистан)

Аннотация. *В статье рассматривается проблема загрязнения воздуха в общественных местах вследствие использования электронных сигарет. Приведён обзор состава аэрозолей вейпов, включающих никотин, пропиленгликоль, ароматизаторы и микрочастицы, способные оказывать влияние на здоровье некурящих. Особое внимание уделено рискам для уязвимых групп населения и загрязнению воздуха в закрытых помещениях. Обсуждаются пробелы в санитарно-гигиеническом регулировании и необходимость введения ограничений на использование вейпов в общественных зонах. Сделаны выводы о важности санитарного надзора и профилактики.*

Ключевые слова: *вейп, электронные сигареты, загрязнение воздуха, общественные места, аэрозоль, профилактика.*

ELEKTRON SIGARETALAR VA JAMOAT JOYLARIDA HAVONING IFLOSLANISHI: YANGI SANITAR-GIGIYENIK MUAMMO

Rustamova Shoira Kayumjon qizi - assistent
Andijon davlat tibbiyot institute (Andijon, O‘zbekiston)

Annotatsiya. *Maqolada elektron sigaretalardan (veyplar) foydalanish natijasida jamoat joylarida havo ifloslanishining sanitar-gigiyenik muammolari ko‘rib chiqiladi. Veyp aerozollarining tarkibi — nikotin, propilenglikol, xushbo‘y moddalar va mikrochastitsalar — tanaga ta’sir etishi mumkin. Ayniqsa bolalar, homilador ayollar va nafas yo‘llari kasalliklari bo‘lgan shaxslar uchun xavfli hisoblanadi. Qamrab olinmagan yopiq joylarda havo sifatining yomonlashuvi qayd etilgan. Mavjud normativlardagi bo‘shliqlar va cheklovlar kiritish zarurati ta’kidlanadi. Sanitar nazoratni kuchaytirish va profilaktik tadbirlar tavsiya etiladi.*

Kalit so‘zlar: *veyp, elektron sigareta, havo ifloslanishi, jamoat joylari, aerozol, profilaktika.*

ELECTRONIC CIGARETTES AND AIR POLLUTION IN PUBLIC PLACES: A NEW SANITARY AND HYGIENIC PROBLEM

Rustamova Shoira Kayumjon kizi - assistant
Andijan State Medical Institute (Andijan, Uzbekistan)

Abstract*. The article addresses the sanitary and hygienic issues of air pollution in public places caused by the use of electronic cigarettes (vapes). It reviews the composition of vape aerosols—nicotine, propylene glycol, flavorings, and microparticles—that may affect the health of bystanders. Particular attention is given to vulnerable populations such as children, pregnant women, and individuals with respiratory diseases. Evidence shows declining air quality in poorly ventilated indoor environments. The article highlights regulatory gaps and emphasizes the need for restrictions on vaping in public spaces. Recommendations include strengthening sanitary oversight and preventive measures.*

Keywords: *vape, electronic cigarette, air pollution, public spaces, aerosol, prevention.*

Актуальность. Активное распространение электронных сигарет, включая устройства систем нагревания табака и вейпы, стало одним из наиболее значимых вызовов в области общественного здравоохранения за последнее десятилетие. Первоначально позиционируемые как «менее вредная» альтернатива традиционному курению, электронные устройства получили широкое распространение среди молодёжи, включая несовершеннолетних. Однако растущее число научных исследований указывает на то, что аэрозоли, образующиеся при их использовании, содержат потенциально опасные вещества — никотин, тяжёлые металлы, летучие органические соединения, микрочастицы и формальдегиды — которые не только вдыхаются самим потребителем, но и загрязняют окружающий воздух.

Наиболее тревожной становится ситуация в закрытых или ограниченно проветриваемых общественных пространствах: кафе, общественном транспорте, учебных заведениях, где проис-

ходит вторичное воздействие аэрозолей на некурящих лиц. Установлено, что пассивное вдыхание аэрозолей от электронных сигарет может вызывать раздражение дыхательных путей, обострение бронхолёгочных заболеваний и аллергических реакций, особенно у детей и лиц с хроническими патологиями.

Несмотря на очевидную актуальность, санитарно-гигиенические аспекты использования вейпов в общественных местах остаются слабо урегулированными в нормативно-правовом поле многих стран, включая Узбекистан. Отсутствие чётких гигиенических регламентов, зонального ограничения и систематического контроля за качеством воздуха создаёт угрозу для здоровья населения. Поэтому научное обоснование последствий вторичного загрязнения воздуха от электронных сигарет, а также разработка профилактических и регуляторных мер приобретает особую значимость для обеспечения безопасной среды в общественных местах [1].

Целью исследования являлось обоснование санитарно-гигиенической значимости проблемы загрязнения воздуха в общественных местах вследствие использования электронных сигарет, с анализом состава вейп-аэрозолей, оценки их потенциального воздействия на здоровье некурящих и формулировкой предложений по совершенствованию профилактических и нормативно-правовых мер, направленных на охрану воздушной среды в местах массового пребывания людей.

Материалы и методы. Настоящее исследование выполнено в формате обзорной работы с использованием систематического анализа научных публикаций, нормативных документов и отчётов международных организаций, касающихся состава аэрозолей электронных сигарет и их влияния на качество воздуха в общественных местах. В качестве источников информации использовались базы данных PubMed, Scopus, Google Scholar, eLibrary, а также отчёты Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), Европейского агентства по охране окружающей среды (EEA) и Центров по контролю и профилактике заболеваний США (CDC).

Критериями включения в анализ являлись публикации за 2010–2024 гг., содержащие данные о химическом составе вейп-аэрозолей, концентрации вредных веществ в воздухе при использовании электронных сигарет в закрытых помещениях, а также оценки рисков для здоровья населения. Применялись методы контент-анализа, сравнительный анализ нормативов качества воздуха и оценка биологической активности компонентов аэрозоля. Особое внимание уделялось публикациям, содержащим эпидемиологические и токсикологические данные, а также результатам лабораторных исследований, моделирующих условия пассивного воздействия в общественных местах.

Результаты и обсуждения. Электронные сигареты (ЭС), также обозначаемые как системы электронного доставки никотина (СЭДН), представляют собой устройства, предназначенные для ингаляционного введения аэрозоля, образующегося при термическом воздействии на жидкую смесь, содержащую никотин и вспомогательные компоненты. Принцип действия большинства ЭС основан на испарении жидкости (так называемого е-жидкости или вейп-жидкости), в состав которой входят пропиленгликоль, глицерин, ароматизаторы и, в большинстве случаев, никотин в свободной или солевой форме. Отсутствие процесса горения традиционного табака первоначально позиционировалось производителями как преимущество, однако это не исключает образования и ингаляционного поступления в организм потенциально токсичных и канцерогенных веществ.

Согласно действующим классификациям, электронные сигареты подразделяются на несколько основных категорий в зависимости от конструкции, способа подачи аэрозоля и степени пользовательской модификации. Первая категория — устройства первого поколения (так называемые "сигаретоподобные"), визуально напоминающие обычные сигареты, с ограниченным объёмом картриджа и фиксированной мощностью. Вторая категория — устройства второго поколения, включающие модифицируемые электронные испарители с возможностью регулировки напряжения, сменными атомайзерами и аккумуляторами. Третья категория — устройства третьего поколения или "моды" (mods), характеризующиеся высокой мощностью, увеличенным резервуаром для жидкости и широкими возможностями настройки параметров нагрева [2,3].

Особое распространение получили системы нагревания табака (HTPs — Heated Tobacco Products), отличающиеся от классических вейпов тем, что испарение происходит с применением табачных стиков, содержащих измельчённый табак, пропитанный глицерином. К ним относятся продукты типа IQOS и Glo. В отдельную категорию также выделяются подсистемы (pod-systems) — компактные устройства, использующие предзаправленные или перезаправляемые капсулы с жидкостью, часто содержащей соли никотина, обеспечивающие более быстрое и выраженное никотиновое насыщение.

Электронные сигареты представляют собой гетерогенную группу устройств с разными техническими характеристиками, степенью риска и степенью загрязнения окружающей среды. Ввиду широкой доступности, привлекательного дизайна и агрессивного маркетинга, особенно среди молодёжи, распространение ЭС

требует всесторонней гигиенической и токсикологической оценки их воздействия как на пользователя, так и на окружающую среду.

Аэрозоли электронных сигарет представляют собой аэродисперсную систему, образующуюся в результате термического воздействия на жидкость, содержащую смесь органических соединений. Основные компоненты аэрозоля включают пропиленгликоль, глицерин, никотин, ароматизаторы, альдегиды, летучие органические соединения, металлы и частицы ультрадисперсной фракции.

Пропиленгликоль ($C_3H_8O_2$) является гидрофильным соединением, используемым в качестве растворителя и носителя ароматических добавок. При ингаляции он оказывает умеренно раздражающее действие на эпителий дыхательных путей, способствует увеличению проницаемости слизистых оболочек и может вызывать сухость, кашель, бронхоконстрикцию, особенно у лиц с астматическим компонентом.

Глицерин ($C_3H_8O_3$), используемый для увеличения объема пара, в процессе пиролиза при температурах выше 250°C подвергается дегидратации с образованием акролеина (CH_2=CH–CHO) — высокотоксичного альдегида, обладающего мощным мутагенным и прооксидантным действием. Акролеин индуцирует продукцию воспалительных цитокинов, повреждает эпителий бронхов, усиливает окислительный стресс и способствует развитию хронического воспаления в дыхательных путях [2,4].

Никотин ($C_{10}H_{14}N_2$) является алкалоидом с высокой липофильностью, быстро проникающим через гематогематологический барьер. Он активирует никотиновые ацетилхолиновые рецепторы, усиливает высвобождение дофамина в мезолимбической системе, формируя зависимость. На периферии никотин вызывает симпатомиметический эффект: повышение частоты сердечных сокращений, артериального давления, снижение коронарного резерва и повышение риска атерогенеза.

Ароматизаторы, добавляемые в жидкости, могут включать сотни различных соединений. Некоторые из них, например диацетил (CH_3COCH_2CHO), используются для придания маслянисто-сливочного вкуса, однако ингаляционное воздействие диацетила ассоциировано с облитерирующим бронхиолитом — редким, но тяжелым поражением мелких бронхиол, сопровождающимся их фиброзом и стойким снижением функции внешнего дыхания.

Формальдегид (HCHO), ацетальдегид (CH_3CHO) и ацетон образуются как побочные продукты термического распада растворителей. Формальдегид классифицирован Международным агентством по изучению рака (IARC) как канцероген группы 1. Он образует ковалентные сшивки с ДНК и белками, индуцируя мутации и нарушая процессы репарации. Ацетальдегид обладает цитотоксическим действием, нарушает барьерную функцию эпителия и усиливает проницаемость сосудистой стенки.

В аэрозолях электронных сигарет также были обнаружены токсические металлы: никель, хром, свинец, кадмий. Источником их являются нагревательные элементы (спирали из сплавов Ni-Cr или Kanthal). Эти металлы оказывают кумулятивное нефротоксическое, гепатотоксическое и нейротоксическое действие. Никель и кадмий признаны потенциальными канцерогенами, способными индуцировать злокачественную трансформацию клеток [4,5].

Частицы ультрадисперсной фракции (менее 2,5 мкм — PM2.5) достигают терминальных отделов дыхательных путей, преодолевают альвеолярно-капиллярный барьер и попадают в системный кровоток. Они активируют макрофаги и эпителиоциты, стимулируют продукцию провоспалительных медиаторов (IL-6, TNF-α), провоцируя системное воспаление и усугубляя эндотелиальную дисфункцию.

В некоторых образцах, особенно в нелегально распространяемых жидкостях, выявляется витамин Е ацетат (токоферол-ацетат), используемый как растворитель жирорастворимых компонентов, включая ТГК. Попадание витамина Е ацетата в легкие нарушает функцию сурфактантной системы, вызывает образование масляных микрокапель и развитие острых альвеолитов и липидной пневмонии, клинически проявляющейся как EVALI (e-cigarette or vaping associated lung injury).

Химический состав аэрозолей электронных сигарет включает широкий спектр веществ, многие из которых обладают доказанными токсикологическими, канцерогенными, мутагенными и воспалительными свойствами, что делает их ингаляционное воздействие потенциально опасным для здоровья человека, особенно при длительном и регулярном использовании [4,5,6,7].

Загрязнение воздуха электронными сигаретами в общественных местах представляет собой значимую проблему для окружающей среды и общественного здравоохранения. Несмотря на распространенное мнение, что пар от электронных сигарет является безвредным водяным паром, многочисленные исследования опровергают этот миф, демонстрируя наличие в аэрозоле электронных сигарет токсических и канцерогенных веществ, способных загрязнять воздух в закрытых и полузакрытых пространствах.

Во время выдоха вейпера в воздух выделяются мелкодисперсные частицы (PM1 и PM2.5), никотин, летучие органические соединения (ЛОС), альдегиды (включая формальдегид и ацетальдегид), тяжелые металлы (никель, олово, хром, свинец), а также остаточные ароматиза-

торы. Эти вещества могут накапливаться в воздухе помещений, особенно при плохой вентиляции, и подвергать ингаляционному воздействию людей, находящихся вблизи — так называемых «пассивных вейперов». Одним из ключевых факторов загрязнения является ультрадисперсная фракция частиц аэрозоля, которая, в отличие от дыма обычных сигарет, дольше задерживается в воздухе и может проникать глубоко в легкие окружающих людей. Концентрации PM2.5 в помещениях, где активно используются электронные сигареты, могут в разы превышать допустимые санитарные нормы, рекомендованные Всемирной организацией здравоохранения (25 мкг/м^3 при среднем 24-часовом воздействии). Кроме того, содержание никотина в воздухе общественных мест при активном использовании вейпов может достигать значений, способных вызывать фармакологический эффект у лиц, не курящих, включая учащение пульса, раздражение слизистых и головные боли. Повторяющееся пассивное вдыхание таких аэрозолей особенно опасно для детей, беременных женщин, пожилых людей и лиц с заболеваниями дыхательной и сердечно-сосудистой систем. Несмотря на то, что вейпы не производят горения, загрязнение воздуха ими может быть сопоставимо с воздействием традиционного табачного дыма по отдельным показателям. Особенно остро эта проблема стоит в закрытых помещениях — школах, кафе, торговых центрах, общественном транспорте и офисах, где отсутствуют системы эффективной фильтрации и вентиляции [6,7].

В результате, с учетом накопленных данных, ряд стран (например, Австралия, Канада, США и государства ЕС) уже включили вейпы в перечень продуктов, запрещенных к использованию в общественных местах наравне с традиционными сигаретами, исходя из принципа предосторожности и защиты здоровья населения. Использование электронных сигарет в общественных местах способствует загрязнению воздуха токсичными веществами, создавая риск для пассивного вдыхания вредных соединений и требует жесткого регулирования в интересах общественного здравоохранения.

Санитарно-гигиенические аспекты и нормативное регулирование использования электронных сигарет в общественных местах основаны на необходимости защиты здоровья населения от потенциально вредного воздействия компонентов аэрозоля, выделяющегося при вейпинге. Несмотря на отсутствие продуктов горения, аэрозоль электронных сигарет содержит токсичные и раздражающие вещества, включая никотин, формальдегид, ацетальдегид, тяжелые металлы и мелкодисперсные частицы (PM2.5), которые загрязняют воздух в помещениях и создают риск пассивного ингаляционного воздействия на окружающих. Особенно уязвимыми группами населения являются дети, беременные женщины, пожилые люди и лица с хроническими заболеваниями органов дыхания и сердечно-сосудистой системы. Аэрозоль вейпов дольше задерживается в воздухе по сравнению с обычным сигаретным дымом и может превышать предельно допустимые концентрации вредных веществ, установленные гигиеническими нормативами, особенно в условиях плохой вентиляции. В связи с этим санитарный подход предполагает применение принципа предосторожности и ограничение использования электронных сигарет в местах массового пребывания людей [7,8].

На законодательном уровне в большинстве стран, включая Узбекистан, использование электронных сигарет в общественных местах приравнено к курению табака. В соответствии с Законом Республики Узбекистан «Об ограничении курения и употребления никотиносодержащих продуктов» №ЗРУ-751 от 30 декабря 2021 года, запрещено использование электронных сигарет и систем доставки никотина в помещениях учебных, медицинских, культурных, спортивных учреждений, в транспорте и на остановках, в административных зданиях и иных общественных местах. Также ограничена реклама, продажа и распространение этих устройств. Согласно санитарным нормам, включая СанПиН №0341-16, воздух в учреждениях образования и общественных зданиях должен соответствовать установленным нормативам по концентрациям вредных веществ, таких как никотин (ПДК — 0,005 мг/м^3) и формальдегид (ПДК — 0,035 мг/м^3). Применение электронных сигарет в этих условиях нарушает санитарные требования и создает опасность для окружающих. Санитарно-гигиеническое регулирование направлено на предупреждение негативных последствий для здоровья населения от пассивного вдыхания компонентов аэрозоля электронных сигарет. Введение нормативных ограничений на их использование в общественных местах обосновано научными данными, санитарными стандартами и международной практикой в области охраны общественного здоровья [7,8].

Выводы. Результаты проведённого анализа свидетельствуют о том, что использование электронных сигарет в общественных местах представляет собой значимую санитарно-гигиеническую проблему. Аэрозоли, образующиеся при вейпинге, содержат никотин, альдегиды, тяжёлые металлы, летучие органические соединения и ультрадисперсные частицы, которые способны загрязнять воздух в закрытых и плохо вентилируемых помещениях. Это создает риск пассивного ингаляционного воздействия на некурящих, особенно на уязвимые группы населения — детей, беременных женщин, лиц с хро-

ническими заболеваниями дыхательной и сердечно-сосудистой систем.

Установлено, что по ряду показателей уровень загрязнения воздуха при активном использовании вейпов может достигать или превышать значения, зафиксированные при традиционном курении. В условиях недостаточного регулирования и пробелов в санитарно-гигиенических нормативах сохраняется угроза для здоровья населения. Действующее законодательство Республики Узбекистан, приравнивающее использование электронных сигарет к курению табака, является важным шагом к снижению рисков, однако требует дополнения в виде чётких методических указаний, мониторинга качества воздуха и усиления санитарного надзора. Научное обоснование вреда пассивного вейпинга подтверждает необходимость расширения ограничений на использование электронных сигарет в общественных местах и внедрения комплексных профилактических мер, направленных на охрану здоровья населения и обеспечение безопасной воздушной среды.

Литература.

1.Муртазалиева М.М., Сафронова Н.И., Хуснутдинова М.Р. Гигиеническая оценка аэрозолей электронных сигарет. // *Гигиена и санитария*. – 2021. – №6. – С. 17–21.

2.Козлова И.А., Мельникова Е.С. Воздействие компонентов вейпа на состояние воздуха в закрытых помещениях. // *Проблемы общественного здоровья и здравоохранения*. – 2022. – №3. – С. 55–60.

3.Национальный закон Республики Узбекистан №ЗРУ-751 от 30.12.2021 г. «Об ограничении курения и употребления никотиносодержащих продуктов».

4.U.S. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Outbreak of Lung Injury Associated with the Use of E-Cigarette, or Vaping, Products. 2020.

5.World Health Organization. WHO report on the global tobacco epidemic 2021: Addressing new and emerging products. Geneva: WHO; 2021.

6.Goniewicz M.L., Knysak J., Gawron M. et al. Levels of selected carcinogens and toxicants in vapour from electronic cigarettes. *Tobacco Control*. 2014;23(2):133–139.

7.National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. *Public Health Consequences of E-Cigarettes*. Washington, DC: The National Academies Press; 2018.

8.Protano C., Vitali M. The new danger of thirdhand smoke: Why passive smoking can no longer be considered only a secondhand effect. *Environmental Health Perspectives*. 2011;119(10):A422.