



Научная статья

ОЦЕНКА ОСТРОГО ИНГАЛЯЦИОННОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОДУКТОВ ПОТРЕБЛЕНИЯ НИКОТИНСОДЕРЖАЩЕЙ ПРОДУКЦИИ В ВОЗДУХЕ ЗАКРЫТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Е.В. Зарицкая^{1,2}, В.Н. Федоров^{1,2}, И.Ш. Якубова²¹Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья, Россия, 191036, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Советская, 4²Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова, Россия, 195067, г. Санкт-Петербург, ул. Кирочная, 41

Современные исследования показывают, что использование электронных систем потребления никотина оказывает менее вредное воздействие на здоровье человека по причине существенно меньшего количества выделяемых вредных веществ. Тем не менее среди них могут содержаться различные органические и неорганические вещества, воздействие которых не в полной мере прогнозируемо. Необходимы дополнительные исследования, в том числе так называемого «пассивного потребления» электронных сигарет, и оценка риска для здоровья от их воздействия.

Оценен острый риск здоровью при пассивном потреблении табака и никотинсодержащей продукции. Моделировался процесс потребления табака или никотина реальными потребителями (добровольцами), выравненный по количеству сеансов потребления. Были исследованы три вида продукции: табачные сигареты (сигареты), электронная система доставки никотина и электронная система нагревания табака. Измерение фоновых показателей качества воздуха выполнялось в специальном помещении до начала каждого исследования. Также были проведены эксперименты в так называемых «контрольных группах»: испытуемые не потребляли продукцию, но находились в аналогичных условиях. Оценка риска выполнялась в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду».

Употребление электронных систем доставки никотина и нагревания табака существенным образом не меняет состав воздуха и не создает неприемлемого острого риска для здоровья человека. При комбинированном действии веществ-загрязнителей на органы и системы установлено незначительное превышение допустимого риска для органов дыхания, глаз и системного действия, которое практически не отличается от уровней контрольной группы. Курение сигарет формирует неприемлемые уровни острого риска уже через 1,5 ч эксперимента, которые были обусловлены повышением концентраций ацетальдегида, формальдегида, взвешенных частиц $PM_{2.5}$, PM_{10} и монооксида углерода.

Ключевые слова: риск здоровью, острый риск, острый добавочный риск, пассивное потребление, табак, никотинсодержащие продукты, сигареты, электронные системы доставки никотина, электронные системы нагревания табака.

По данным Минздрава ежегодно в России от болезней, связанных с курением, умирают до 300 тысяч человек [1, 2]. По информации ВОЗ употребление табака является одной из самых значительных угроз для здоровья человека, из-за которой ежегодно в мире умирают около 7 млн человек, 890 тысяч

из них некурящие, подвергавшиеся воздействию табачного дыма [3, 4].

Согласно «Концепции осуществления государственной политики противодействия потреблению табака и иной никотинсодержащей продукции на период до 2035 года»¹, Минздрав России намерен

© Зарицкая Е.В., Федоров В.Н., Якубова И.Ш., 2021

Зарицкая Екатерина Викторовна – руководитель отдела лабораторных исследований; аспирант кафедры профилактической медицины и охраны здоровья (e-mail: zev-79@mail.ru; тел.: 8 (812) 717-96-43; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2481-1724>).

Федоров Владимир Николаевич – научный сотрудник отделения анализа, оценки и прогнозирования отдела исследований среды обитания и здоровья населения в Арктической зоне Российской Федерации; младший научный сотрудник (e-mail: vf1986@mail.ru; тел.: 8 (812) 717-01-54; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1378-1232>).

Якубова Ирек Шавкатовна – доктор медицинских наук, профессор кафедры профилактической медицины и охраны здоровья (e-mail: yakubova-work@yandex.ru; тел.: 8 (812) 543-17-47; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2437-1255>).

¹ О Концепции осуществления государственной политики противодействия потреблению табака и иной никотинсодержащей продукции в РФ на период до 2035 г. и дальнейшую перспективу: Распоряжение Правительства РФ от 18 ноября 2019 г. № 2732-р [Электронный ресурс] // Гарант: информационно-правовой портал. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72943536/> (дата обращения: 27.01.2021).

достичь максимального снижения показателей заболеваемости и смертности от болезней, связанных с курением, а также не допустить распространения никотиносодержащей продукции среди населения. Для достижения целей концепции формируется система управления ее реализацией, которая предполагает создание механизма мониторинга, оценки и минимизации рисков.

В соответствии с Концепцией число курильщиков среди взрослого населения к 2035 г. должно снизиться до 21 %. За исходные данные приняты значения по состоянию на 31 декабря 2018 г., согласно которым в РФ зафиксировано 29 % курильщиков среди взрослого населения.

Обращает на себя внимание то, что в последние годы среди населения набирают популярность новые виды курительных изделий: электронные системы доставки никотина и электронные системы нагревания табака (ЭСДН, ЭСНТ) [5, 6]. Особенно это актуально для молодежи в возрасте 18–24 лет, в этом возрасте такой продукцией пользуются 19,1 % человек, что в 10 раз выше, чем в других возрастных группах [7]. Вейпинг в электронном виде уже очень широко распространен в мире, и многие страны вводят строгие правила в свете появляющихся фактических данных, свидетельствующих о негативном воздействии вейпинга на здоровье человека [8–12]. Принятие законодательных актов относительно запрета на использование электронных сигарет в общественных местах в настоящее время затруднительно, хотя такая инициатива была внесена в Государственную Думу РФ, но отсутствие доказательной базы риска здоровью при «пассивном употреблении» никотинсодержащей продукции не позволяет определить ограничительные меры при распространении альтернативных табачным изделиям никотинсодержащих продуктов [13–21].

Кроме того, ряд исследований [22] электронных сигарет и эталонного продукта – лекарственного никотинового ингалятора, проведенные в США, Великобритании и Польше, показали, что ЭСДН производят некоторые токсичные вещества, уровень которых ниже, чем в сигаретном дыме в 9–450 раз. При этом во вдыхаемой смеси при использова-

нии ЭСДН в наибольших количествах были обнаружены 1,2-пропандиол, 1,2,3-пропантриол, диацетил, вкусовые добавки и следовые количества никотина [23].

С учетом вышесказанного требуются дополнительные исследования, в том числе «пассивного потребления» электронных сигарет, и оценка риска для здоровья от их воздействия.

Цель исследования – оценка острого риска здоровью при пассивном потреблении табака и никотинсодержащей продукции.

Материалы и методы. В качестве источников выделения вредных веществ исследовались три вида продукции: сигареты, электронная система доставки никотина (ЭСДН) и электронная система нагревания никотина (ЭСНТ). В эксперименте принимали участие добровольцы со стажем курения на менее трёх лет, давшие информированное согласие на участие в эксперименте. Для большей репрезентативности исследования каждого вида продукции продолжались по три дня, в каждом из которых участвовала группа добровольцев в составе трёх человек. Контрольную группу составляли некурящие, которые находились в помещении в течение 4,5 ч, где также проводился отбор проб воздуха. Исследования осуществлялись в специально подготовленном помещении.

Измерение фоновых показателей качества воздуха было выполнено в специальном помещении до начала исследований. Во время эксперимента троекратно происходил отбор проб воздуха через 1,5, 3 и 4,5 ч. Пробоотборные устройства и датчик метеометра были расположены на уровне дыхания человека, находящегося в положении сидя.

Анализ отобранных воздушных проб осуществлялся в аккредитованном лабораторном центре ХАЦ «Арбитраж» в соответствии с требованиями действующих нормативно-методических документов². Для обработки полученных результатов использовалась программа IBM SPSS Statistics, v. 22.

В качестве методической основы при проведении исследований использовалось Р 2.1.10.1920-04³, рекомендации Агентства по охране окружающей среды⁴ и Управления оценки опасных факторов окру-

² МУК 4.1.1673-03. Хромато-масс-спектрометрическое определение веществ, входящих в состав табака и табачной пыли в атмосферном воздухе»; М-21. Методика выполнения измерений массовой концентрации никотина в промышленных выбросах в атмосферу в воздухе рабочей зоны и атмосферном воздухе газохроматографическим методом; М-МВИ-198-07. Методика выполнения измерений массовой концентрации карбонилсодержащих соединений в атмосферном воздухе, воздухе населенных мест и рабочей зоне методом ВЭЖХ с использованием активного пробоотбора; РД 52.04.830-2015. Массовая концентрация взвешенных частиц PM10 и PM2.5 в атмосферном воздухе. Методика измерений гравиметрическим методом; «Методические рекомендации по анализу объектов неизвестного состава методами: ГЖХ, ХМС, ВЭЖХ, ГХ/ИК/ФС, АЭ-ИСП, МС-ИСП» ФГУП ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» № 01-07 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: <https://docs.cntd.ru> (дата обращения: 26.01.2021).

³ 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.

⁴ Location-Specific Environmental Information [Электронный ресурс] // United States Environmental Protection Agency (US EPA). – URL: <https://www.epa.gov/environmental-topics/location-specific-environmental-information> (дата обращения: 26.01.2021).

жающей среды США⁵, Интегрированная информационная система оценки химических рисков (IRIS).

Оценка риска проводилась на базе органа по оценке риска, сертифицированного в Системе добровольной сертификации органов по оценке риска здоровью населения (Сертификат соответствия № СДС 062, зарегистрирован в Реестре Системы 26 декабря 2018 г.).

В данной работе рассматривался сценарий кратковременного (острого) воздействия в течение нескольких часов. Выбор сценария обусловлен следующими факторами:

– в эксперименте моделировался сценарий воздействия загрязнителей с учетом их потенциального вдыхания с воздухом закрытых помещений (так называемое «пассивное потребление»), а не непосредственно при употреблении продукции (так называемое «активное потребление»);

– эксперимент предусматривал пребывание в помещении «пассивных потребителей» ограниченное количество времени;

– отсутствие возможности спрогнозировать периодичность контакта, экспонируемого в реальной ситуации с исследованными веществами в течение его жизни и, как следствие, невозможность расчета хронической дозовой нагрузки [11, 16, 17, 19].

Применительно к рассматриваемой ситуации моделировались условия 4,5-часового воздействия загрязнителей в воздухе закрытых помещений, что является кратковременным воздействием и реализуется в виде сценария острого воздействия.

Для оценки острого риска от воздействия загрязнителей применялись референтные концентрации при остром ингаляционном воздействии – $ARfC$. Значения этих концентраций принимались на основании приложения 2 к Руководству Р 2.1.10.1920-04, а также на основании баз данных US EPA и ОЕННА.

В работе использовались стандартная формула для расчета острого риска (коэффициента опасности HQ_R):

$$HQ_R = C/ARfC,$$

где C – концентрация вещества; $ARfC$ – референтная концентрация при остром воздействии.

Помимо оценки острого риска в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 авторами также проводились расчеты показателя, представляющего собой разницу между острым риском от воздействия определенного вещества в группе, потребляющей табак или никотин, на конкретный момент времени эксперимента и острым риском, характерным для контрольной группы в тот же момент времени эксперимента. Для данного показателя в рамках настоящей работы авторы использовали термин «острый добавочный риск» (HQ_{R_add}), для расчета которого была применена следующая формула:

$$HQ_{R_add} = HQ_{R_f} - HQ_{R_bkgd},$$

где HQ_{R_f} – значение острого риска на момент времени эксперимента (времени отбора проб); HQ_{R_bkgd} – значение фонового острого риска в контрольной группе на тот же момент времени эксперимента.

Результаты и их обсуждение. На этапе идентификации опасности оценивался состав загрязнителей воздуха закрытых помещений, образующихся при различных способах потребления табака или никотина (табл. 1).

Таблица 1

Перечень приоритетных веществ в контрольном помещении и их гигиенические нормативы

Наименование	$ARfC$, мг/м ³
Формальдегид	0,048
Ацетальдегид (уксусный альдегид)	0,115
Бута-1,3-диен (дивинил)	0,11
Бензол	0,15
Метилбензол (толуол)	3,8
Углерода оксид	23
Азота диоксид (азота (IV) оксид)	0,47
Азот (II) оксид (азота оксид)	0,72
PM _{2,5}	0,065
PM ₁₀	0,15

Примечание: $ARfC$ – референтные концентрации при остром воздействии; PM₁₀ – взвешенные вещества с массовой концентрацией частиц диаметром менее 10 мкм; PM_{2,5} – взвешенные вещества с массовой концентрацией частиц диаметром менее 2,5 мкм.

Оценка острого риска для здоровья, выполненная на основании результатов лабораторных исследований воздуха закрытых помещений, показала, что при моделируемом в эксперименте сценарии курения сигарет качество воздуха становится неприемлемым уже через 1,5 ч. Это обусловлено, в первую очередь, повышением концентраций ацетальдегида, формальдегида и взвешенных веществ, которые формируют неприемлемые уровни риска, превышающие допустимую величину более чем в 1,5–2 раза после 1,5 ч эксперимента. В экспериментах с потреблением ЭСДН и ЭСНТ превышений приемлемого уровня острого риска, обусловленного ацетальдегидом и формальдегидом, не обнаружено в течение всего эксперимента (табл. 2, 3).

В целом можно констатировать, что загрязнение воздуха закрытых помещений, обусловленное употреблением ЭСДН и ЭСНТ, не создает неприемлемого острого риска для здоровья человека даже при длительном нахождении в помещении с отсутствием вентиляции, в то время как курение сигарет формирует неприемлемый уровень острого риска уже через 1,5 ч эксперимента (см. табл. 2).

⁵ Environmental Topics [Электронный ресурс] // The Office of Environmental Health Hazard Assessment (ОЕННА). – URL: <https://oehha.ca.gov/environmental-topics> (дата обращения: 26.01.2021).

Таблица 2

Концентрации загрязнителей и значения острого и острого добавочного риска от отдельных продуктов потребления табака или никотина в воздухе закрытых помещений в различные временные отрезки эксперимента

Компонент	Вид эксперимента	Концентрация вещества (средние значения, мг/м ³) и значения риска										
		Фоновые значения (время отбора 8:00–9:30)		Через 1,5 ч (время отбора 9:40–11:10)			Через 3 ч (время отбора 11:20–12:50)			Через 4,5 ч (время отбора 13:00–14:30)		
		Концентрация	Острый риск	Концентрация	Острый риск	Острый добавочный риск	Концентрация	Острый риск	Острый добавочный риск	Концентрация	Острый риск	Острый добавочный риск
Бензол	Контроль	0,0011	0,007	0,0016	0,01		0,011	0,07		0,009	0,06	
	Сигареты	0,0009	0,006	0,014	0,09	0,083	0,027	0,18	0,107	0,034	0,23	0,17
	ЭСДН	0,0009	0,006	0,0022	0,02	0,004	0,0029	0,02	-0,054	0,0029	0,02	-0,04
	ЭСНТ	0,0013	0,009	0,0015	0,01	-0,001	0,0015	0,01	-0,063	0,0018	0,01	-0,05
Толуол	Контроль	0,0034	0,001	0,0053	0,001		0,0054	0,001		0,0052	0,001	
	Сигареты	0,0019	0,001	0,023	0,01	0,005	0,041	0,01	0,009	0,053	0,01	0,01
	ЭСДН	0,0022	0,001	0,0057	0,002	0	0,0083	0,002	0,001	0,0088	0,002	0,001
	ЭСНТ	0,0044	0,001	0,0045	0,001	0	0,004	0,001	0	0,0051	0,001	0
Формальдегид	Контроль	0,024	0,5	0,035	0,73		0,038	0,79		0,044	0,92	
	Сигареты	0,026	0,542	0,072	1,50	0,771	0,1	2,08	1,292	0,106	2,21	1,29
	ЭСДН	0,024	0,5	0,033	0,69	-0,042	0,042	0,88	0,083	0,044	0,92	0,00
	ЭСНТ	0,022	0,458	0,029	0,60	-0,125	0,031	0,65	-0,146	0,036	0,75	-0,17
Ацетальдегид	Контроль	0,008	0,07	0,014	0,12		0,017	0,15		0,018	0,16	
	Сигареты	0,009	0,078	0,125	1,09	0,965	0,262	2,28	2,13	0,332	2,89	2,73
	ЭСДН	0,008	0,07	0,017	0,15	0,026	0,03	0,26	0,113	0,248	2,16	2,00
	ЭСНТ	0,009	0,078	0,02	0,17	0,052	0,031	0,27	0,122	0,042	0,37	0,21
Взвешенные вещества РМ _{2,5}	Контроль	0,034	0,523	0,048	0,74		0,044	0,68		0,053	0,82	
	Сигареты	0,026	0,4	0,68	10,46	9,723	1,2	18,46	17,785	1,2	18,46	17,65
	ЭСДН	0,045	0,692	0,065	1,00	0,262	0,078	1,20	0,523	0,084	1,29	0,48
	ЭСНТ	0,039	0,6	0,071	1,09	0,354	0,071	1,09	0,415	0,07	1,08	0,26
Взвешенные вещества РМ ₁₀	Контроль	0,048	0,32	0,042	0,28		0,047	0,31		0,0513	0,34	
	Сигареты	0,035	0,233	0,66	4,40	4,12	1,2	8,00	7,687	1,1333	7,56	7,21
	ЭСДН	0,053	0,353	0,066	0,44	0,16	0,097	0,65	0,333	0,0903	0,60	0,26
	ЭСНТ	0,038	0,253	0,073	0,49	0,207	0,075	0,50	0,187	0,0747	0,50	0,16
Углерода оксид	Контроль	0,467	0,648	0,967	1,34		0,967	1,34		1,167	1,62	
	Сигареты	0,367	0,509	8,167	11,34	10	10,633	14,77	13,426	13,333	18,52	16,90
	ЭСДН	0,467	0,648	1,9	2,64	1,296	2,967	4,12	2,778	3,3	4,58	2,96
	ЭСНТ	0,467	0,648	1,167	1,62	0,278	1,033	1,44	0,093	1,2	1,67	0,05
Азот (II) оксид (Азота оксид)	Контроль	0,041	0,056	0,043	0,06	0	0,048	0,07	0	0,049	0,07	0,00
	Сигареты	0,049	0,068	0,196	0,27	0,213	0,293	0,41	0,34	0,314	0,44	0,37
	ЭСДН	0,014	0,019	0,02	0,03	-0,032	0,029	0,04	-0,025	0,034	0,05	-0,02
	ЭСНТ	0,053	0,074	0,053	0,07	0,013	0,056	0,08	0,012	0,056	0,08	0,01
Азота диоксид (Азота (IV) оксид)	Контроль	0,005	0,01	0,001	0,001	0	0	0,00	0	0	0,000	0,00
	Сигареты	0,003	0,006	0,003	0,01	0,004	0,002	0,004	0,004	0,001	0,003	0,003
	ЭСДН	0,006	0,013	0	0,001	-0,001	0	0,00	0	0	0,000	0,000
	ЭСНТ	0,012	0,026	0,001	0,001	0	0,002	0,004	0,004	0,001	0,001	0,001

Таблица 3

Концентрации загрязнителей и острый риск от отдельных продуктов потребления табака или никотина в воздухе закрытых помещений через 4,5 ч эксперимента

Компонент	Вид эксперимента	Концентрация загрязнителя, мг/м ³		Острый риск	
		<i>Me</i>	<i>Q</i> _{0,25-0,75} [*]	<i>Me</i> ⁸	<i>Q</i> _{0,25-0,75} ⁹
Формальдегид	Контроль	0,0365	0,03225–0,0395	0,76	0,67–0,82
	Сигареты	0,086	0,0605–0,1015	1,79	1,26–2,11
	ЭСДН	0,0375	0,03075–0,0425	0,78	0,64–0,89
	ЭСНТ	0,03	0,02725–0,03225	0,63	0,57–0,67
Ацетальдегид (Укусный альдегид)	Контроль	0,0155	0,0125–0,01725	0,14	0,11–0,15
	Сигареты	0,1935	0,096–0,2795	1,68	0,83–2,43
	ЭСДН	0,0235	0,01475–0,0845	0,20	0,13–0,74
	ЭСНТ	0,0255	0,01725–0,03375	0,22	0,15–0,29

Компонент	Вид эксперимента	Концентрация загрязнителя, мг/м ³		Острый риск	
		<i>Me</i>	$Q_{0,25-0,75}^*$	Me^8	$Q_{0,25-0,75}^9$
Бута-1,3-диен (Дивинил)	Контроль	0,0002	0,0002–0,0002	0,00	0,002–0,002
	Сигареты	0,049	0,02705–0,0675	0,45	0,25–0,61
	ЭСДН	0,001	0,000575–0,001525	0,01	0,005–0,01
	ЭСНТ	0,0004	0,00035–0,0004	0,00	0,003–0,004
Бензол	Контроль	0,0053	0,001475–0,0095	0,04	0,01–0,06
	Сигареты	0,0205	0,010725–0,02875	0,14	0,07–0,19
	ЭСДН	0,00255	0,001875–0,0029	0,02	0,01–0,02
	ЭСНТ	0,0015	0,00145–0,001575	0,01	0,01–0,01
Метилбензол (Толуол)	Контроль	0,00525	0,00475–0,005325	0,001	0,001–0,001
	Сигареты	0,032	0,017725–0,044	0,01	0,005–0,01
	ЭСДН	0,007	0,004825–0,008425	0,002	0,002–0,002
	ЭСНТ	0,00445	0,0043–0,00465	0,001	0,001–0,001
Углерода оксид	Контроль	0,967	0,842–1,017	1,34	1,17–1,41
	Сигареты	9,4	6,217–11,308	13,06	8,63–15,71
	ЭСДН	2,4335	1,54175–3,05025	3,38	2,14–4,24
	ЭСНТ	1,1	0,8915–1,17525	1,53	1,23–1,63
Азота диоксид (Азота (IV) оксид)	Контроль	0,0005	0–0,002	0,0005	0–0,003
	Сигареты	0,0025	0,00175–0,003	0,005	0,003–0,006
	ЭСДН	0	0–0,0015	0,0005	0–0,004
	ЭСНТ	0,0015	0,001–0,0045	0,003	0,001–0,01
Азот (II) оксид (Азота оксид)	Контроль	0,0455	0,0425–0,04825	0,06	0,06–0,1
	Сигареты	0,2445	0,15925–0,29825	0,34	0,22–0,41
	ЭСДН	0,0245	0,0185–0,03025	0,03	0,03–0,04
	ЭСНТ	0,0545	0,053–0,056	0,08	0,07–0,08
PM _{2.5}	Контроль	0,046	0,0415–0,04925	0,71	0,64–0,76
	Сигареты	0,94	0,5165–1,2	14,46	7,95–18,46
	ЭСДН	0,0715	0,06–0,0795	1,10	0,92–1,22
	ЭСНТ	0,0705	0,06225–0,071	1,08	0,96–1,09
PM ₁₀	Контроль	0,0475	0,04575–0,048825	0,32	0,30–0,33
	Сигареты	0,89665	0,50375–1,149975	5,98	3,36–7,67
	ЭСДН	0,07815	0,06275–0,091975	0,52	0,42–0,61
	ЭСНТ	0,07385	0,06425–0,074775	0,49	0,43–0,50

Примечание: *Me* – медиана; * – интерквартильный размах.

С учетом сведений о направленности действия различных веществ на основании данных из Приложения 2 к руководству Р 2.1.10.1920-04 был сформирован перечень критических органов и систем, для которых ожидается неблагоприятное воздействие исследуемых веществ при однонаправленном воздействии (табл. 4).

Анализ комбинированного однонаправленного действия различных веществ на отдельные органы и системы, выраженные в виде значений индекса опасности *HI*, показал, что наиболее высокие значения острого риска характерны для органов дыхания и системного действия на организм при курении сигарет – величины риска 28,68 и 26,02 с учетом фоновых концентраций, и 26,54 и 24,86 – без учета фоновых концентраций (острый добавочный риск) соответственно (табл. 5, 6). Следует отметить, что значения острого риска для всех органов и систем, чувствительных к изученным компонентам, имеют наименьшие уровни при сценарии потребления

ЭСНТ, которые практически не отличаются от уровней контрольной группы.

Анализ значений острого риска и острого добавочного риска показывает, что вклад фонового загрязнения не оказывает существенного влияния на формирование острого риска, о чем свидетельствует незначительная разница в уровнях риска (см. табл. 5, 6).

Несмотря на ряд мер, предпринятых для чистоты проводимого эксперимента, следует отметить объективные факторы, которые создают сложности в оценке полученных результатов:

1. Для сравнительной оценки выделения вредных веществ полагалось бы унифицировать количество потребляемой продукции разных видов. Однако нами моделировался фактический процесс потребления табака или никотина реальными потребителями этих видов продукции, выравненный по количеству сеансов потребления. По этой причине указанной неопределенностью можно пренебречь.

Таблица 4

Перечень критических органов и систем и действующих на них веществ

Критические органы и системы	Количество веществ с односторонним действием	Вещество
Органы дыхания	6	Толуол, формальдегид, взвешенные частицы PM _{2,5} , PM ₁₀ , азота оксид, азота диоксид
Нервная система	1	Толуол
Развитие	2	1,3-бутадиен, углерода монооксид
Глаза	3	Толуол, формальдегид, ацетальдегид
Кровь	1	Углерода оксид
Системное действие на организм	2	Взвешенные частицы PM _{2,5} , PM ₁₀

Таблица 5

Значения индексов опасности острого неканцерогенного риска (HI) от комбинированного действия веществ для различных органов и систем с учетом фоновых концентраций

Вид эксперимента	Значения острого неканцерогенного риска для отдельных органов и систем (индекс опасности HI) при экспозиции 4,5 ч					
	органы дыхания	системное действие	нервная система	развитие	глаза	кровь
Контрольная группа (некурящие)	2,14	1,16	0,001	1,62	1,08	1,62
Курение сигарет	28,68	26,02	0,014	18,52	5,11	18,52
Потребление ЭСДН	2,86	1,89	0,002	4,58	3,08	4,58
Потребление ЭСНТ	2,41	1,58	0,001	1,67	1,12	1,67

Таблица 6

Значения индексов опасности острого неканцерогенного риска (HI) от комбинированного действия веществ для различных органов и систем без учета фоновых концентраций

Вид эксперимента	Значения острого добавочного неканцерогенного риска для отдельных органов и систем (индекс опасности HI) при экспозиции 4,5 ч					
	органы дыхания	системное действие	нервная система	развитие	глаза	кровь
Контрольная группа (некурящие)	–	–	–	–	–	–
Курение сигарет	26,54	24,86	0,01	16,90	4,04	16,90
Потребление ЭСДН	0,72	0,74	0,001	2,96	2,00	2,96
Потребление ЭСНТ	0,26	0,42	0,00	0,05	0,04	0,05

2. В ходе эксперимента отмечено наличие «веществ-маркеров» в воздухе помещения в контрольной группе и на стадии фоновых (начальных) концентраций.

3. Ряд «веществ-маркеров» присутствует в атмосферном воздухе и может влиять на результаты эксперимента.

4. В целях эффективного лабораторного обнаружения «веществ-маркеров» в воздухе эксперимент не предусматривал вентиляцию помещения. По этой причине полученные абсолютные значения могут не совпадать с аналогичными данными, полученными другими исследователями.

Анализ динамики добавочного острого риска показывает, что из всех видов исследованной продукции наибольший добавочный острый риск вносит курение сигарет (рисунок). В целом для всех

способов потребления табака или никотина характерно увеличение добавочного риска в течение эксперимента, что обусловлено увеличением концентрации вредных веществ. В то же время нарастание добавочного риска наиболее выражено в случае курения сигарет, что иллюстрирует рисунок. При употреблении ЭСДН и ЭСНТ динамика роста добавочного риска была существенно ниже практически для всех показателей, а в ряде случаев эта динамика равна нулю или даже отрицательна.

Выводы. Оценка риска здоровью, выполненная на основании результатов лабораторных исследований проб воздуха закрытых помещений, с учетом смоделированного в ходе эксперимента сценария воздействия в течение 4,5 ч показала, что употребление ЭСДН и ЭСНТ существенным образом не меняет состав воздуха и не создает при этом

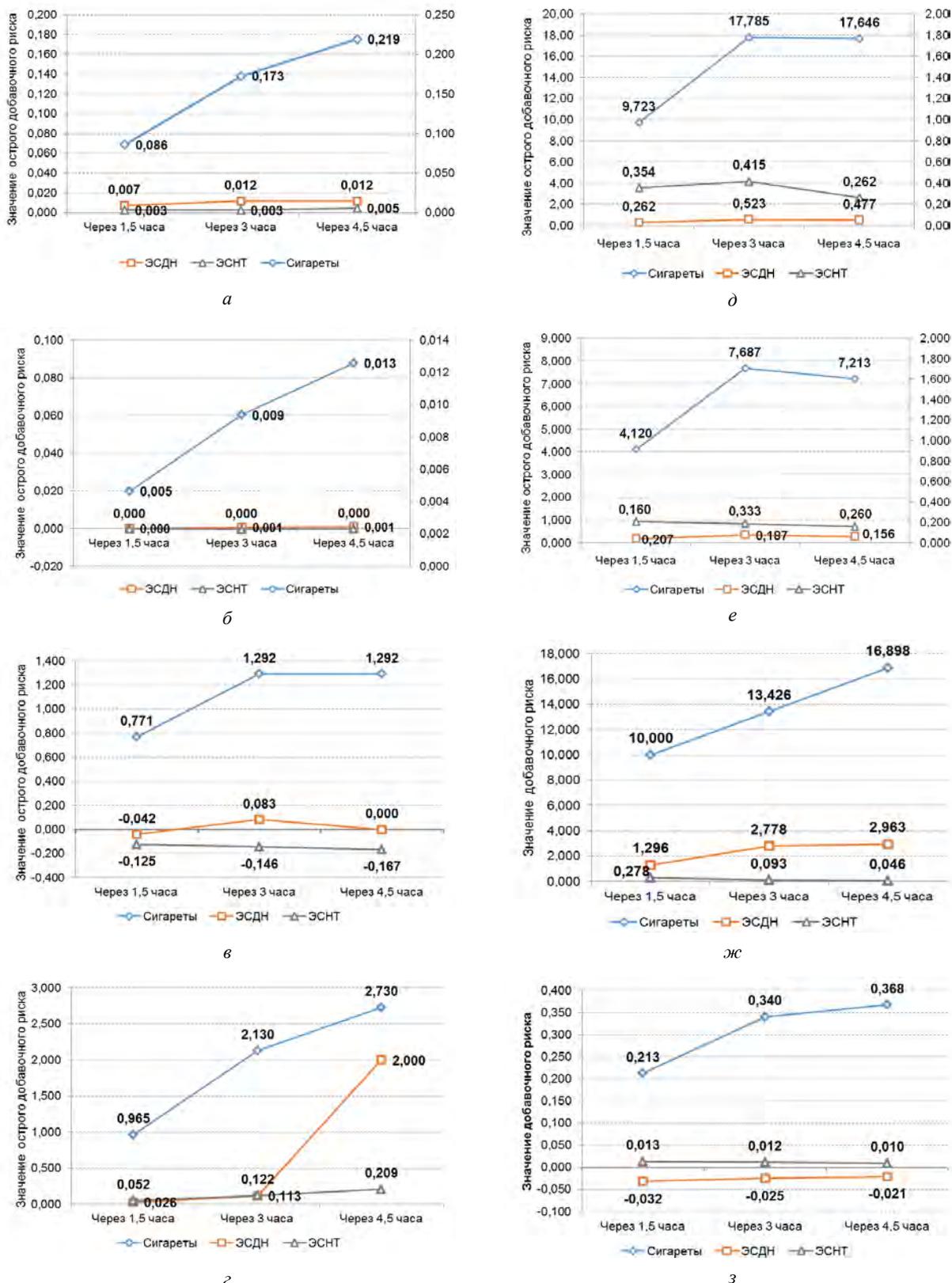


Рис. Динамика добавочного острого риска при различных способах потребления табака или никотина: а – от воздействия бензола; б – от воздействия толуола; в – от воздействия формальдегида; г – от воздействия ацетальдегида; д – от воздействия взвешенных частиц $PM_{2,5}$; е – от воздействия взвешенных частиц PM_{10} ; ж – от воздействия оксида углерода; з – от воздействия оксида азота (II)

неприемлемого острого риска для здоровья человека. При рассмотрении комбинированного действия веществ-загрязнителей на органы и системы было установлено незначительное превышение допустимого риска для органов дыхания, глаз и системного действия, которое практически не отличается от уровней контрольной группы. В то же время курение сигарет формирует неприемлемые уровни острого риска уже через 1,5 ч эксперимента, которые были обусловлены повышением концентраций ацетальдегида, формальдегида, взвешенных частиц $PM_{2.5}$, PM_{10} и монооксида углерода. При использовании ЭСДН повышенные

уровни риска достигались через 3 ч и только от воздействия двух веществ – ацетальдегида и оксида углерода.

Полученные данные позволяют рекомендовать оборудование отдельных мест для курения ЭСДН, ЭСНТ и табачных сигарет, поскольку потребители ЭСДН и ЭСНТ могут подвергаться добавочному риску от воздействия табачного дыма.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Зубаирова Л.Д., Зубаиров Д.М. Курение как фактор риска сердечно-сосудистых заболеваний // Казанский медицинский журнал. – 2006. – № 5. – С. 369–373.
2. Краснова Ю.Н. Влияние табачного дыма на органы дыхания // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2015. – № 6. – С. 11–15.
3. Мониторинг употребления табака и профилактическая политика [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – 2017. – URL: <http://www.who.int/fctc/mediacentre/press-release/wntd-2017/en> (дата обращения: 27.01.2021).
4. Электронные системы доставки никотина и электронные системы доставки никотина (ENDS/ENNDs). Отчет [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – 2017. – URL: <https://www.who.int/tobacco/communications/statements/electronic-cigarettes-january-2017/en> (дата обращения: 27.01.2021).
5. Изучение влияния основных компонентов электронных сигарет на организм человека. Актуальные проблемы потребительского рынка товаров и услуг / А.В. Валова, Р.Н. Гарипова, О.Ю. Попова, П.И. Цапок // Актуальные проблемы потребительского рынка товаров и услуг: материалы IV Международной заочной научно-практической конференции, посвященной 30-летию Кировского ГМУ. – Киров, 2017. – С. 31–34.
6. Салагай О.О., Сахарова Г.М., Ангонов Н.С. Электронные системы доставки никотина и нагревания табака (электронные сигареты): обзор литературы // Наркология. – 2019. – № 9. – С. 77–100.
7. Курение электронных сигарет студентами медицинского Вуза / А.С. Богачева, Е.В. Зарицкая, И.Ш. Якубова, Н.Ю. Новикова, М.А. Лаушкин // Профилактическая медицина – 2019: сборник научных трудов всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Часть 1 / под ред. А.В. Мельцера, И.Ш. Якубовой. – СПб.: Издательство СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2019. – С. 75–79.
8. Влияние курения классических, электронных сигарет и кальянов на организм человека, в том числе на полость рта / Е.И. Шпак, А.Н. Галкин, Е.В. Удальцова, Т.В. Герасимова // Актуальные проблемы медицинской науки и образования: сборник статей VI Международной научной конференции. – 2017. – С. 188–192.
9. Evaluation of the Tobacco Heating System 2.2. Part 1: Description of the system and the scientific assessment program / M.R. Smith, B. Clark, F. Ljudicke, J.P. Schaller, P. Vanscheeushhijck, J. Hoeng, M.C. Peitsch // Regul Toxicol Pharmacol. – 2016. – Vol. 81, № 2. – P. S17–S26. DOI: 10.1016/j.yrtph.2016.07.006
10. Оценка вероятности снижения рисков, связанных с курением обычных сигарет, при переходе на использование технологии THS2.2 (IQOS) / Г.К. Байдильдинова, С.К. Муханова, Ш.Д. Сергазы, С.В. Михаловский, А.Е. Гуляев, Т.С. Нургожин // Медицина (Алматы). – 2019. – Т. 200, № 2. – С. 42–50.
11. Levels of selected analytes in the emissions of «heat not burn» tobacco products that are relevant to assess human health risks / N. Mallock, L. Bjoss, R. Burk, M. Danziger, T. Shhelsch, H. Hahn, H.-L. Trieu, J. Hahn [et al.] // Archives of Toxicology. – 2018. – Vol. 92, № 6. – P. 2145–2149. DOI: 10.1007/s00204-018-2215-y
12. IQOS: examination of Philip Morris International’s claim of reduced exposure / G. St. Helen, P. Jacob III, N. Nardone, N.L. Benowitz // Tobacco control. – 2018. – № 27. – P. S30–S36. DOI: 10.1136/tobaccocontrol-2018-054321
13. Завельская А.Я., Сырцова Л.Е., Левшин В.Ф. Пассивная экспозиция к табачному дыму из окружающей среды и риск развития рака шейки матки // Наркология. – 2015. – Т. 167, № 11. – С. 52–56.
14. Титова О.Н., Куликов В.Д., Суховская О.А. Пассивное курение и болезни органов дыхания // Медицинский альянс. – 2016. – № 3. – С. 73–77.
15. Похазникова М.А., Кузнецова О.Ю., Лебедев А.К. Распространенность пассивного курения и других факторов риска хронической обструктивной болезни легких в Санкт-Петербурге // Российский семейный врач. – 2015. – № 4. – С. 21–28.
16. Comparison of the impact of the Tobacco Heating System 2.2 and a cigarette on indoor air quality / M.I. Mitova, P.B. Kampelos, K.G. Gujon-Ginlinger, S. Mader, N. Mott'e, Je.G. Ruzhe, M. Farini, A.R. Triker // Regul Toxicol Pharmacol. – 2016. – № 80. – P. 91–101. DOI: 10.1016/j.yrtph.2016.06.005
17. Validation of selected analytical method using accuracy profiles to assess the impact of Tobacco Heating System on indoor air quality / N. Mottier, M. Tharin, C. Cluse, J.-R. Crudo, M.G. Lueso, C.G. Goujon-Ginglinger, A. Jaquier, M.I. Mitova [et al.] // Talanta. – 2016. – № 158. – P. 165–178. DOI: 10.1016/j.talanta.2016.05.022

18. Chemical Analysis and Simulated Pyrolysis of Tobacco Heating System 2.2 Compared to Conventional Cigarettes / H. Li, J. Luo, H. Jiang, H. Zhang, F. Zhu, S. Hu, H. Hou, J. Hu, J. Pang // *Nicotine Tob Res.* – 2019. – Vol. 21, № 1. – P. 111–118. DOI: 10.1093/ntr/nty005
19. Second-hand smoke generated by combustion and electronic smoking devices used in real scenarios: Ultrafine particle pollution and age-related dose assessment / C. Protano, M. Manigrasso, P. Avino, M. Vitali // *Environment international.* – 2017. – № 107. – P. 190–195. DOI: 10.1016/j.envint.2017.07.014
20. Сравнительные исследования компонентного состава сигарет и стиков «Parliament» для системы нагревания табака IQOS / И.В. Моисеев, Д.О. Подкопаев, В.М. Савин, В.В. Лёзный, Р.П. Приходько, Т.П. Симдянова, М.Б. Мойсейяк, И.А. Филатова [и др.] // *Международный индустриальный табачный журнал «Тобакко-Ревю».* – 2017. – Т. 83, № 2. – С. 50–61.
21. Гигиеническая оценка химического состава загрязнителей, образующихся при различных способах потребления никотинсодержащей продукции. / Е.В. Зарицкая, И.Ш. Якубова, А.Ю. Михеева, Л.А. Аликбаева // *Гигиена и санитария.* – 2020. – Т. 99, № 6. – С. 638–644.
22. Levels of selected carcinogens and toxicants in vapour from electronic cigarettes / M.L. Goniewicz, J. Knysak, M. Gawron, L. Kosmider, A. Sobczak, J. Kurek, N. Benowitz // *Tobacco Control.* – 2014. – Vol. 23, № 2. – P. 133–139. DOI: 10.1136/tobaccocontrol-2012-050859
23. Does e-cigarette consumption cause passive vaping? / T. Schripp, D. Markewitz, E. Uhde, T. Salthammer // *Indoor Air.* – 2013. – Vol. 23, № 1. – P. 25–31. DOI: 10.1111/j.1600-0668.2012.00792.x

Оценка острого ингаляционного риска здоровью от воздействия продуктов потребления никотинсодержащей продукции в воздухе закрытых помещений / Е.В. Зарицкая, В.Н. Федоров, И.Ш. Якубова // Анализ риска здоровью. – 2021. – № 2. – С. 61–71. DOI: 10.21668/health.risk/2021.2.06

UDC 614.7

DOI: 10.21668/health.risk/2021.2.06.eng



Research article

ASSESSING ACUTE INHALATION HEALTH RISK CAUSED BY EXPOSURE TO PRODUCTS CREATED BY NICOTINE-CONTAINING STUFF CONSUMPTION IN ENCLOSED SPACES

E.V. Zaritskaya^{1,2}, V.N. Fedorov^{1,2}, I.S. Iakubova²

¹North-West Scientific Center for Hygiene and Public Health, 4 2-ya Sovetskaya Str., Saint Petersburg, 191036, Russian Federation

²North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, 41 Kirochnaya Str., Saint Petersburg, 195067, Russian Federation

Contemporary research reveals that electronic devices for nicotine consumption produce not so negative effects on health due to adverse chemicals being emitted in substantially lower quantities. Nevertheless, such consumption still results in emission of various organic and non-organic substances with their effects on health being rather unpredictable. It is necessary to conduct additional studies, including those focusing on passive smoking of electronic cigarettes and assessing health risks caused by exposure to them.

© Zaritskaya E.V., Fedorov V.N., Iakubova I.S., 2021

Ekaterina V. Zaritskaya – Head of the Laboratory Research Department, post-graduate student at the Department for Preventive Medicine and Health Protection (e-mail: zev-79@mail.ru; tel.: +7 (812) 717-96-43; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2481-1724>).

Vladimir N. Fedorov – Researcher at the Department for Analysis, Assessment, and Prediction of the Environment and Population Health in the Arctic regions in the Russian Federation; Junior researcher (e-mail: vf1986@mail.ru; tel.: +7 (812) 717-01-54; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1378-1232>).

Irek S. Iakubova – Doctor of Medical Sciences, Professor at the Department for Preventive Medicine and Health Protection (e-mail: yakubova-work@yandex.ru; tel.: +7 (812) 543-17-47; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2437-1255>).

Our research goal was to assess acute health risks caused by passive consumption of tobacco and nicotine-containing products.

We built a model for tobacco or nicotine consumption by actual consumers (volunteers) and the process was evened as per a number of consumption sessions. We examined three products: tobacco cigarettes (cigarettes), electronic nicotine delivery system (ENDS), and a tobacco heating system (IQOS). Background air quality parameters were measured in a specifically organized enclosed space prior to each study session. We also conducted experiments in so called «reference groups» when research participants didn't consume the examined products but were in the same conditions. Health risks were assessed as per the Guide R 2.1.10.1920-04 «The Guide on assessing health risks caused by exposure to chemicals that pollute the environment».

Use of ENDS and IQOS does not result in significant changes in air composition and does not cause unacceptable acute health risk. Combined effects produced by contaminants on organs and systems resulted in health risks for respiratory organs, eyes, and body as a whole being insignificantly higher than permissible levels; these risks were practically the same as those detected for a reference group. Tobacco smoking resulted in unacceptable acute risks 1.5 hours after an experiment started; these risks were caused by elevated concentrations of such contaminants as acetaldehyde, formaldehyde, PM_{2.5}, PM₁₀, and carbon monoxide.

Key words: health risk, acute risk, acute additional risk, passive smoking, tobacco, nicotine-containing products, cigarettes, electronic nicotine delivery systems, electronic tobacco heating devices.

References

1. Zubairova L.D., Zubairov D.M. Kurenie kak faktor riska serdechno-sosudistykh zabolevaniy [Smoking as a risk factor causing cardiovascular diseases]. *Kazanskiy meditsinskiy zhurnal*, 2006, no. 5, pp. 369–373 (in Russian).
2. Krasnova Yu.N. Effects of tobacco smoking on the respiratory system. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal (Irkutsk)*, 2015, no. 6, pp. 11–15 (in Russian).
3. Tobacco use monitoring and preventive policy. *World health organization*, 2017. Available at: <http://www.who.int/ctc/mediacentre/press-release/wntd-2017/en> (27.01.2021).
4. Electronic Nicotine Delivery Systems and Nicotine Delivery Systems (ENDS/EnNDS). Report. *World health organization*, 2017. Available at: <https://www.who.int/tobacco/communications/statements/electronic-cigarettes-january-2017/en> (27.01.2021).
5. Valova A.V., Garipova R.N., Popova O.Yu., Tsapok P.I. Izuchenie vliyaniya osnovnykh komponentov elektronnykh sigaret na organizm cheloveka. Aktual'nye problemy potrebitel'skogo rynka tovarov i uslug [Examining influence exerted by basic components in electronic cigarettes on a human body. Vital issues related to consumer goods and services]. *Aktual'nye problemy potrebitel'skogo rynka tovarov i uslug: Materialy IV mezhdunarodnoi zaochnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 30-letiyu Kirovskogo GMU*. Kirov, 2017, pp. 31–34 (in Russian).
6. Salagai O.O., Sakharova G.M., Antonov N.S. Electronic nicotine delivery and tobacco heating systems (E-cigarettes): literature review. *Narkologiya*, 2019, no. 9, pp. 77–100.
7. Bogacheva A.S., Zaritskaya E.V., Yakubova I.Sh., Novikova N.Yu., Laushkin M.A. Kurenie elektronnykh sigaret studentami meditsinskogo VUZa [Electronic cigarettes smoking by students attending a medical HEE]. *Profilakticheskaya meditsina – 2019: sbornik nauchnykh trudov Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem*. Chast' 1. In: A.V. Mel'tser, I.Sh. Yakubova eds. Sankt-Peterburg, Izdatel'stvo SZGMU im. I.I. Mechnikova Publ., 2019, pp. 75–79 (in Russian).
8. Shpak E.I., Galkin A.N., Udaltsova E.V., Gerasimova T.V. Vliyanie kureniya klassicheskikh, elektronnykh sigaret i kal'yanov na organizm cheloveka, v tom chisle na polost' rta [Impacts produced by classic cigarettes, e-cigarettes, and hookahs smoking on a human body, including the oral cavity]. *Aktual'nye problemy meditsinskoj nauki i obrazovaniya: sbornik statei VI Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii*, 2017, pp. 188–192 (in Russian).
9. Smith M.R., Clark B., Ljudicke F., Schaller J.P., Vanscheeushhijck P., Hoeng J., Peitsch M.C. Evaluation of the Tobacco Heating System 2.2. Part 1: Description of the system and the scientific assessment program. *Regul. Toxicol. Pharmacol.*, 2016, vol. 81, no. 2, pp. S17–S26. DOI: 10.1016/j.yrtph.2016.07.006
10. Baidil'dinova G.K., Mukhanova S.K., Sergazy Sh.D., Mikhailovskiy S.V., Gulyaev A.E., Nurgozhin T.S. Estimating a probability of reducing risks associated with smoking conventional cigarettes using the THS2.2 (IQOS) technology. *Meditsina (Almaty)*, 2019, vol. 200, no. 2, pp. 42–50 (in Russian).
11. Mallock N., Bjoess L., Burk R., Danziger M., Shhelsch T., Hahn H., Trieu H.-L., Hahn J. [et al.]. Levels of selected analytes in the emissions of «heat not burn» tobacco products that are relevant to assess human health risks. *Archives of Toxicology*, 2018, vol. 92, no. 6, pp. 2145–2149. DOI: 10.1007/s00204-018-2215-y
12. Helen G.St., Jacob III P., Nardone N., Benowitz N.L. IQOS: examination of Philip Morris International's claim of reduced exposure. *Tobacco control*, 2018, no. 27, pp. S30–S36. DOI: 10.1136/tobaccocontrol-2018-054321
13. Zavel'skaya A.Ya., Syrtsova L.E., Levshin V.F. Passive smoking and the risk of cervical cancer. *Narkologiya*, 2015, vol. 167, no. 11, pp. 52–56 (in Russian).
14. Titova O.N., Kulikov V.D., Sukhovskaya O.A. Passive smoking and respiratory diseases. *Meditsinskiy al'yans*, 2016, no. 3, pp. 73–77 (in Russian).
15. Pokhaznikova M.A., Kuznetsova O.Yu., Lebedev A.K. The prevalence of passive smoking and other risk factors of chronic obstructive pulmonary disease in Saint Petersburg. *Rossiiskiy semeinyi vrach*, 2015, no. 4, pp. 21–28 (in Russian).
16. Mitova M.I., Kampelos P.B., Gujon-Ginlinger K.G., Mader S., Mott'e N., Ruzhe Je.G., Farini M., Triker A.R. Comparison of the impact of the Tobacco Heating System 2.2 and a cigarette on indoor air quality. *Regul. Toxicol. Pharmacol.*, 2016, no. 80, pp. 91–101. DOI: 10.1016/j.yrtph.2016.06.005

17. Mottier N., Tharin M., Cluse C., Crudo J.-R., Lueso M.G., Goujon-Ginglinger C.G., Jaquier A., Mitova M.I. [et al.]. Validation of selected analytical method using accuracy profiles to assess the impact of Tobacco Heating System on indoor air quality. *Talanta*, 2016, no. 158, pp. 165–178. DOI: 10.1016/j.talanta.2016.05.022

18. Li H., Luo J., Jiang H., Zhang H., Zhu F., Hu S., Hou H., Hu J., Pang J. Chemical Analysis and Simulated Pyrolysis of Tobacco Heating System 2.2 Compared to Conventional Cigarettes. *Nicotine. Tob. Res.*, 2019, vol. 21, no. 1, pp. 111–118. DOI: 10.1093/ntr/nty005

19. Protano C., Manigrasso M., Avino P., Vitali M. Second-hand smoke generated by combustion and electronic smoking devices used in real scenarios: Ultrafine particle pollution and age-related dose assessment. *Environment international*, 2017, no. 107, pp. 190–195. DOI: 10.1016/j.envint.2017.07.014

20. Moiseev I.V., Podkopaev D.O., Savin V.M., Leznyi V.V., Prikhod'ko R.P., Simdyanova T.P., Moiseyak M.B., Filatova I.A. [et al.]. Sravnitel'nye issledovaniya komponentnogo sostava sigaret i stikov «Parliament» dlya sistemy narevaniya tabaka IQOS [Comparative studies on component structure of «Parliament» cigarettes and tobacco units for IQOS tobacco heating devices]. *Mezhdunarodnyi industrial'nyi tabachnyi zhurnal «Tobakko-Revyyu»*, 2017, no. 2 (83), pp. 50–61 (in Russian).

21. Zaritskaya E.V., Yakubova I.Sh., Mikheeva A.Yu., Alikbaeva L.A. Hygienic assessment of chemical composition of pollutants generated in various ways of consumption nicotine-containing product. *Gigiena i sanitariya*, 2020, vol. 99, no. 6, pp. 638–644 (in Russian).

22. Goniewicz M.L., Knysak J., Gawron M., Kosmider L., Sobczak A., Kurek J., Benowitz N. Levels of selected carcinogens and toxicants in vapour from electronic cigarettes. *Tobacco Control*, 2014, vol. 23, no. 2, pp. 133–139. DOI: 10.1136/tobaccocontrol-2012-050859

23. Schripp T., Markewitz D., Uhde E., Salthammer T. Does e-cigarette consumption cause passive vaping? *Indoor Air*, 2013, vol. 23, no. 1, pp. 25–31. DOI: 10.1111/j.1600-0668.2012.00792.x

Zaritskaya E.V., Fedorov V.N., Yakubova I.S. Assessing acute inhalation health risk caused by exposure to products created by nicotine-containing stuff consumption in enclosed spaces. Health Risk Analysis, 2021, no. 2, pp. 61–71. DOI: 10.21668/health.risk/2021.2.06.eng

Получена: 29.09.2020

Принята: 07.06.2021

Опубликована: 30.06.2021