

Зарицкая Е.В.<sup>1</sup>, Якубова И.Ш.<sup>2</sup>, Михеева А.Ю.<sup>3</sup>, Аликбаева Л.А.<sup>2</sup>

## Гигиеническая оценка химического состава загрязнителей, образующихся при различных способах потребления никотинсодержащей продукции

<sup>1</sup>Федеральное бюджетное учреждение науки «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 191036, Санкт-Петербург;

<sup>2</sup>Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 195067, Санкт-Петербург;

<sup>3</sup>Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева», 190005, Санкт-Петербург

**Введение.** Отсутствие исследований, доказывающих либо опровергающих риск здоровью пассивных курильщиков от новых видов никотинсодержащей продукции, не позволило ввести ограничительные меры и приравнять её к табачным изделиям ещё в 2013 г. Целью данного исследования явилось изучение загрязнителей воздуха закрытых помещений продуктами потребления никотинсодержащей продукции, содержащихся в воздухе в сверхмалых концентрациях, определение которых возможно с использованием высокотехнологичных аналитических методов, таких как масс-спектрометрия.

**Материал и методы.** Отбор проб воздуха «неизвестного состава» осуществлялся в ходе модельных испытаний. Испытаниям была подвергнута продукция 3 видов: табачные сигареты, электронная система доставки никотина (ЭСДН), электрическая система нагревания табака «IQOS» с табачными стиками (ЭСНТ). В пробах воздуха «неизвестного состава» определялись летучие органические соединения, среднелетучие органические соединения, полициклические ароматические углеводороды (16 приоритетных ПАУ) и неорганические элементы (Si, Pb, Cu, Cr, Ni). Отбор проб осуществлялся в разные дни, трёхкратно, для каждого вида продукции и контроля, всего было отобрано 12 проб воздуха для исследований в рамках «пробы неизвестного состава». Исследование проб «неизвестного состава» проводилось на базе аккредитованного химико-аналитического центра «Арбитраж» ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» (аттестат аккредитации РОСС RU.0001.510650).

**Результаты.** Всего было определено 115 веществ, из них выделены вещества, значимые концентрации которых, вероятно всего, связаны с потреблением табака или никотина по сравнению с контролем и зависят от вида никотинсодержащей продукции. В воздухе помещения, который был загрязнён продуктами потребления табачных сигарет, было обнаружено статистически значимое ( $p \leq 0,05$ ) превышение концентраций по 27 веществам по сравнению с контрольными исследованиями, при потреблении ЭСДН установлено превышение ( $p \leq 0,05$ ) по 2 веществам: аценафтилен и бенз(а)пирен, а при потреблении ЭСНТ установлено превышение концентрации только по одному веществу – аценафтилену – по сравнению с контролем.

**Заключение.** Полученные данные сравнительного анализа пробы воздуха неизвестного состава свидетельствуют о том, что при курении сигарет по сравнению с употреблением ЭСДН и ЭСНТ выделяется значительно больший перечень вредных веществ в статистически значимо превышающих концентрациях, в том числе определяющих риск здоровью для окружающих.

**Ключевые слова:** воздух; закрытые помещения; загрязнители; сигареты; электронные системы доставки никотина; электронные системы нагревания табака; пробы неизвестного состава; летучие органические соединения; среднелетучие органические соединения; полициклические ароматические углеводороды; неорганические элементы; метод хромато-масс-спектрометрии.

**Для цитирования:** Зарицкая Е.В., Якубова И.Ш., Михеева А.Ю., Аликбаева Л.А. Гигиеническая оценка химического состава загрязнителей, образующихся при различных способах потребления никотинсодержащей продукции. Гигиена и санитария. 2020; 99 (6): 638–644. DOI: <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-6-638-644>

**Для корреспонденции:** Зарицкая Екатерина Викторовна, рук. отдела лабораторных исследований ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036 Санкт-Петербург, аспирант кафедры профилактической медицины и охраны здоровья ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова Минздрава России. E-mail: zev-79@mail.ru

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Участие авторов:** концепция и дизайн исследования – Зарицкая Е.В.; сбор и обработка материалов – Зарицкая Е.В., Якубова И.Ш.; выбор аналитических методов, первичная обработка и анализ результатов измерений – Михеева А.Ю.; статистическая обработка – Зарицкая Е.В.; написание текста – Якубова И.Ш.; редактирование – Аликбаева Л.А.; утверждение окончательного варианта статьи – Аликбаева Л.А.; ответственность за целостность всех частей статьи – Якубова И.Ш.

Поступила 12.03.2020  
Принята к печати 25.05.2020  
Опубликована 29.07.2020

Zaritskaya E.V.<sup>1</sup>, Yakubova I.Sh.<sup>2</sup>, Mikheeva A.Yu.<sup>3</sup>, Alikbaeva L.A.<sup>2</sup>**Hygienic assessment of chemical composition of pollutants generated in various ways of consumption nicotine-containing product**<sup>1</sup>North-West Public Health Research Center, St.-Petersburg, 191036, Russian Federation;<sup>2</sup>I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, St.-Petersburg, 195067, Russian Federation;<sup>3</sup>D.I. Mendeleev Institute of metrology, St.-Petersburg, 190005, Russian Federation

**Introduction.** Lack of studies proving or denying passive smoker health risks caused by electronic cigarettes prevented from introducing restrictive measures and considering them to be tobacco products as early as in 2013. Indoor air pollution by consumed nicotine-containing products in extra-low concentrations which could be detected using high-tech lab mass-spectrometry techniques was the object of study.

**Material and methods.** "Unknown composition" air sampling was carried out in the process of simulation tests. Three types of tobacco products were used in the tests: tobacco cigarettes, electronic nicotine-delivery system (ENDS), battery-powered heat-not-burn tobacco cigarettes (IQOS) with tobacco sticks. "Unknown composition" air samples were analyzed for volatile organic compounds, medium volatile organic compounds, polycyclic aromatic hydrocarbons (total and separately 16 priority PAHs, inorganic elements (Si, Pb, Cu, Cr, Ni)). Sampling was carried out three times a day on separate days for each type of product and control, a total of 12 "unknown composition" air samples being collected. The study of "unknown composition" air samples was carried out at the accredited chemical-analytical center "Arbitrazh" of the D.I. Mendeleev Institute of Metrology (accreditation certificate POCC RU.0001.510650).

**Results.** A total number of 115 chemicals were determined, and among them, substances significant concentrations of which are most likely related to tobacco or nicotine consumption, as compared to control, and depend on the type of nicotine-containing product, were identified. Statistically significant concentration excess ( $p \leq 0.05$ ), as compared to control, was seen for 27 chemicals in indoor air polluted by-products of consumed tobacco cigarettes; when using electronic nicotine-delivery system (ENDS) the excess ( $p \leq 0.05$ ) was shown for 2 chemicals, i.e.: acenaphthylene and benz(a)perene, and when using heat-not-burn tobacco products (IQOS) the excess of studied chemical concentrations in comparison with control was not reported.

**Conclusion.** Findings of comparative analysis of "unknown composition" air sampling give evidence that a much larger number of harmful chemicals at significantly exceeded concentrations ( $p \leq 0.05$ ), including those causing human health risks, is released when smoking cigarettes, as compared to using ENDS or IQOS.

**Key words:** air; enclosed rooms; pollutants; cigarettes; electronic nicotine-delivery systems; heat-not-burn tobacco cigarettes; "unknown composition" samples; volatile organic chemicals; medium-volatile organic substances; polycyclic aromatic hydrocarbons; non-organic elements; chromatography-mass-spectrometry technique.

**For citation:** Zaritskaya E.V., Yakubova I.Sh., Mikheeva A.Yu., Alikbaeva L.A. Hygienic assessment of the chemical composition of pollutants generated in various ways of consumption nicotine-containing product. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2020; 99 (6): 638-644. DOI: <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-6-638-644>. (In Russian)

**For correspondence:** Ekaterina V. Zaritskaya, head of laboratory studies department, North-West Public Health Research Center, 191036 Saint-Petersburg, postgraduate student, Department of preventive medicine and health protection, I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, St.-Petersburg, 195067, Russian Federation. E-mail: zev-79@mail.ru

**Information about the authors:**Zaritskaya E.V., <https://orcid.org/0000-0003-2481-1724>; Yakubova I.Sh., <https://orcid.org/0000-0003-0937-2540>Mikheeva A.Yu., <https://orcid.org/0000-0003-1032-5653>; Alikbaeva L.A., <https://orcid.org/0000-0001-8319-4303>

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Acknowledgment.** The study had no sponsorship.

**Contribution:** the concept and design of the study – Zaritskaya E.V.; collection and processing of materials – Zaritskaya E.V., Yakubova I.Sh.; the choice of analytical methods, primary processing and analysis of measurement results – Mikheeva A.Yu.; statistical processing – Zaritskaya E.V.; writing the text – Yakubova I.Sh.; editing, approval of the final version of the article – Alikbaeva L.A.; responsibility for the integrity of all parts of the article – Yakubova I.Sh.

Received: March 03, 2020

Accepted: May 25, 2020

Published: July 29, 2020

**Введение**

По данным Всемирной организации здравоохранения, в настоящее время потребление табака является ведущей причиной смерти и инвалидности в мире, что представляет существенную угрозу для здоровья граждан Российской Федерации и несёт за собой негативные медицинские, демографические и другие социально-экономические последствия [1]. Правительство Российской Федерации (РФ) в ноябре 2019 г. утвердило антитабачную концепцию до 2035 г.<sup>1</sup>. Ограничительные меры в отношении сигарет распространены на все иные способы потребления никотина: электронные сигареты,вейпы, кальяны. Возникновение этого законопроекта обусловлено активным ростом потребления электронных систем доставки никотина (ЭСДН) и электрических систем нагревания табака (ЭСНТ) во всём мире, прежде всего сре-

ди молодёжи. Выполнение антитабачной концепции поможет достичь целевых показателей нацпроекта «Здравоохранение». Как ожидается, к 2035 г. распространение табака среди населения должно сократиться до 21% (сейчас 29%), а розничные продажи сигарет и папирос на душу населения – до 1 тысячи штук в год (сейчас среднее потребление 1600 сигарет на душу населения в год) [2–4].

Действие на организм относительно нового для рынка продукта – электронных систем доставки и нагревания табака – пока недостаточно изучено, хотя исследованием проводится много. В последние годы появилось достаточное количество публикаций, которые показали высокую распространённость различных патологических состояний у активных потребителей никотинсодержащей продукции, в том числе и при употреблении новых видов [5–14]. Однако отсутствие исследований, доказывающих либо опровергающих риск здоровью пассивных курильщиков при употреблении новых видов никотинсодержащей продукции, не позволило ввести ограничительные меры по её употреблению и приравнять к табачным изделиям.

<sup>1</sup> Распоряжение Правительства РФ от 18 ноября 2019 г. № 2732-р «О Концепции осуществления государственной политики противодействия потреблению табака и иной никотинсодержащей продукции в РФ на период до 2035 г. и дальнейшую перспективу».

Результаты исследований проб воздуха «неизвестного состава» по показателям нафталин, аценафтилен, бенз(б)флуорантен, бенз(г,х,и)периллен (мкг/м<sup>3</sup>) в зависимости от способов потребления табака или никотина

Показатель	Контроль	Способ потребления никотина		
		сигареты	ЭСДН	ЭСНТ
Нафталин, мкг/м <sup>3</sup>				
М	0,4483	1,4333	0,3717	0,2867
<i>Me</i>	<b>0,4600*</b>	<b>1,4500</b>	0,3750	0,2750
$\sigma$	0,14442	0,12111	0,03189	,06743
Min	0,24	1,30	0,33	0,22
Max	0,64	1,60	0,41	0,41
Q (25–75)	0,3150–0,5725	1,3000–1,5250	0,3375–0,4025	0,2350–0,3275
Аценафтилен, мкг/м <sup>3</sup>				
М	0,0253	0,0546	0,0313	0,0077
<i>Me</i>	<b>0,0090</b>	<b>0,0200</b>	<b>0,0145</b>	0,0085
$\sigma$	0,03416	0,07056	0,04353	0,00175
Min	0,01	0,02	0,01	0,01
Max	0,09	0,18	0,12	0,01
Q (25–75)	0,0073–0,0443	0,0180–0,1085	0,0110–0,0427	0,0058–0,0090
Бенз(б)флуорантен, мкг/м <sup>3</sup>				
М	0,0103	0,0185	0,0018	0,0027
<i>Me</i>	<b>0,0025</b>	<b>0,0150</b>	0,0000	0,0020
$\sigma$	0,00871	0,00871	0,00286	0,00372
Min	0,00	0,01	0,00	0,00
Max	0,05	0,03	0,01	0,01
Q (25–75)	0,0020–0,0158	0,0110–0,0293	0,0000–0,0053	0,0000–0,0040
Бенз(г,х,и)периллен, мкг/м <sup>3</sup>				
М	0,0027	0,0075	0,0002	0,0013
<i>Me</i>	<b>0,0010</b>	<b>0,0055</b>	0,0000	0,0010
$\sigma$	0,00427	0,00351	0,00041	0,00163
Min	0,00	0,01	0,00	0,00
Max	0,01	0,01	0,00	0,00
Q (25–75)	0,0000–0,0050	0,0050–0,0120	0,0000–0,0003	0,0000–0,0025

Примечание. Здесь и в табл. 2, 3: \* – жирным шрифтом выделены концентрации, различия которых имеют статистическую значимость ( $p < 0,05$ ).

При использовании электронной системы доставки никотина устройство-ингалятор производит из жидкого или гелеобразного раствора, содержащего глицерин, пропиленгликоль, никотин и ароматизаторы, аэрозоль, пригодный для вдыхания. В системах нагревания табака специально обработанное табачное сырьё нагревается ниже порога горения (тления), в результате чего вместо дыма образуется аэрозоль с содержанием никотина, так называемый «табачный пар». Изготовители таких систем утверждают, что в образующемся при их использовании аэрозоле содержание опасных и вредных веществ значительно ниже, чем в сигаретном дыме, и в ряде случаев данное заявление подтверждается опубликованными результатами научных исследований [15–24].

Результаты проведённых экспериментальных исследований воздуха закрытых помещений, в которых были смоделированы условия загрязнения воздуха продуктами потребления никотинсодержащей продукции (сигареты, ЭСДН, ЭСНТ), опубликованные в 2019 г. [15], показали существенное превышение ПДК по всем приоритетным загрязнителям с установленными ПДК (никотин, изопрен, 1,3-бутадиен,

акрилонитрил, бензол, толуол, формальдегид, ацетальдегид, акролеин, кротональ, углерода оксид, азота диоксид, взвешенные частицы:  $PM_{2,5}$  и  $PM_{10}$ ) при загрязнении воздуха закрытых помещений табачным дымом по сравнению с использованием ЭСДН, притом что использование ЭСДН также загрязняет воздух в концентрациях выше ПДК по большинству показателей [15].

Целью данного исследования явилось изучение загрязнителей воздуха закрытых помещений продуктами потребления никотинсодержащей продукции, содержащихся в сверхмалых концентрациях, определение которых возможно с использованием высокотехнологических лабораторных методов масс-спектрометрии.

## Материал и методы

Отбор проб воздуха «неизвестного состава» осуществлялся в ходе модельных испытаний. В рамках данной работы проведены исследования по изучению изменений состава воздуха закрытых помещений при различных способах

Таблица 2

Результаты исследований проб воздуха «неизвестного состава» по показателям дибенз(а,һ)антрацен, бенз(а)пирен, сумма ПАУ (мкг/м<sup>3</sup>) в зависимости от способов потребления табака или никотина

Показатель	Контроль	Способ потребления никотина		
		сигареты	ЭСДН	ЭСНТ
Дибенз(а,һ)антрацен, мкг/м <sup>3</sup>				
М	<b>0,0017</b>	<b>0,0052</b>	0,0002	0,0003
Me	0,0000	0,0045	0,0000	0,0000
$\sigma$	0,00320	0,00240	0,00041	0,00082
Min	0,00	0,00	0,00	0,00
Max	0,01	0,01	0,00	0,00
Q (25–75)	0,0000–0,0035	0,0035–0,0080	0,0000–0,0003	0,0000–0,0005
Бенз(а)пирен, мкг/м <sup>3</sup>				
М	0,0030	0,0098	0,0083	0,0013
Me	<b>0,0010</b>	<b>0,0105</b>	<b>0,0090</b>	0,0010
$\sigma$	0,00548	0,00256	0,00471	0,00136
Min	0,00	0,01	0,00	0,00
Max	0,01	0,02	0,01	0,00
Q (25–75)	0,0000–0,0050	0,0078–0,0130	0,0000–0,0143	0,0008–0,0018
Сумма ПАУ, мкг/м <sup>3</sup>				
М	0,6983	1,8667	0,6017	0,4533
Me	<b>0,7200</b>	<b>1,8250</b>	0,6000	0,4550
$\sigma$	0,13197	0,28787	0,02714	0,06154
Min	0,47	1,56	0,56	0,38
Max	0,83	2,40	0,63	0,53
Q (25–75)	0,5975–0,8150	1,6575–2,0250	0,5825–0,6300	0,3875–0,5150

потребления никотина на примере табачных сигарет, электронной системы доставки никотина (ЭСДН), электрической системы нагревания табака (ЭСНТ) с табачными стиками, а также контрольной группы некурящих. Все продукты, используемые в эксперименте, приобретались в торговой розничной сети в России. Загрязнение воздуха экспериментального помещения проводилось с участием волонтеров.

В пробах воздуха «неизвестного состава» определялись летучие органические соединения (ЛОС, ВЛОС), среднелетучие органические соединения (СЛОС), полициклические ароматические углеводороды (суммарно и индивидуально 16 приоритетных ПАУ), неорганические элементы (Si, Pb, Cu, Cr, Ni). Отбор проб осуществлялся в разные дни, трёхкратно, для каждого вида продукции и контроля, всего было отобрано 12 проб воздуха для исследований проб «неизвестного состава».

Исследование проб воздуха «неизвестного состава» проводилось на базе аккредитованного химико-аналитического центра «Арбитраж» ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в соответствии с методическими рекомендациями<sup>2</sup> с использованием комплекса высокоточного аналитического оборудования, реализующего методы газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием и жидкостной хроматографии с детектором на основе диодной матрицы: газовый хроматограф Agilent 7890В с масс-спектрометрическим детектором Agilent 5975С и системой термодесорбции Markes Unity II; газовый хроматограф Agilent 7890В с масс-спектрометрическим детектором Agilent 5977В; жидкостный

хроматограф Agilent 1200 с детектором на основе диодной матрицы.

Для обработки полученных результатов использовалась программа IBM SPSS Statistics, v. 22. Определялись медиана (50-й перцентиль) и межквартильный диапазон (25–75-й перцентили), которые эквивалентны среднему арифметическому и 95% доверительному интервалу в параметрической статистике. Анализировалась значимость различий концентраций веществ в воздухе помещений, где потреблялись никотинсодержащие продукты, в сравнении с контрольным помещением, статистическая значимость различий устанавливалась при значении критерия  $p < 0,05$ .

## Результаты

В результате выполненных лабораторных исследований всего было определено 115 веществ, из них выделено 27 веществ, значимые концентрации которых, вероятнее всего, связаны с потреблением табака или никотина по сравнению с контролем и зависят от вида никотинсодержащей продукции. Результаты анализа по отдельным наиболее значимым веществам приведены в табл. 1–3. В воздухе помещения, который был загрязнён продуктами потребления табачных сигарет, было обнаружено статистически значимое ( $p < 0,05$ ) превышение концентраций по всем 27 веществам по сравнению с контрольными исследованиями, при потреблении ЭСДН установлено превышение ( $p < 0,05$ ) по 2 веществам: аценафтилен и бенз(а)пирен, а при потреблении ЭСНТ установлено превышение концентрации только одного вещества – аценафтилена ( $p < 0,05$ ) – по сравнению с контролем.

Обращает на себя внимание, что только при курении табачных изделий в воздухе помещения статистически значимо

<sup>2</sup> «Методические рекомендации по анализу объектов неизвестного состава методами: ГЖХ, ХМС, ВЭЖХ, ГХ/ИК/ФС, АЭ-ИСП, МС-ИСП» ФГУП ВВНИИМ им. Д.И. Менделеева» № 01-07.

Результаты исследований проб воздуха «неизвестного состава» по показателям ксилолы, С3-замещённые бензолы, бензальдегид (мкг/м<sup>3</sup>) в зависимости от способов потребления табака или никотина

Показатель	Контроль	Способ потребления никотина		
		сигареты	ЭСДН	ЭСНТ
<b>М+п-ксилолы, мг/м<sup>3</sup></b>				
М	0,0355	0,0707	0,0283	0,0197
<i>Me</i>	<b>0,0355</b>	<b>0,0660</b>	0,0310	0,0130
$\sigma$	0,00354	0,01747	0,00737	0,01155
Min	0,03	0,06	0,02	0,01
Max	0,04	0,09	0,03	0,03
Q (25–75)	0,0330–0,0355	0,0560–0,0660	0,0200–0,0310	0,0130–0,0130
<b>С3-замещённые бензолы (суммарно), мг/м<sup>3</sup></b>				
М	0,0170	0,0370	0,0150	0,0073
<i>Me</i>	<b>0,0170</b>	<b>0,0370</b>	0,0150	0,0070
$\sigma$	0,01273	0,00566	0,00300	0,00058
Min	0,01	0,03	0,01	0,01
Max	0,03	0,04	0,02	0,01
Q (25–75)	0,0080–0,0170	0,0330–0,0370	0,0120–0,0150	0,0070–0,0070
<b>Бензальдегид, мг/м<sup>3</sup></b>				
М	0,0040	0,0127	0,0033	0,0030
<i>Me</i>	<b>0,0030</b>	<b>0,0130</b>	0,0030	0,0030
$\sigma$	0,00173	0,00153	0,00058	0,00000
Min	0,00	0,01	0,00	0,00
Max	0,01	0,01	0,00	0,00
Q (25–75)	0,0030–0,0030	0,0110–0,0130	0,0030–0,0030	0,0030–0,0030
<b>Фенол, мг/м<sup>3</sup></b>				
М	0,0020	0,0073	0,0013	0,0013
<i>Me</i>	<b>0,0020</b>	<b>0,0070</b>	0,0010	0,0010
$\sigma$	0,00000	0,00153	0,00058	0,00058
Min	0,00	0,01	0,00	0,00
Max	0,00	0,01	0,00	0,00
Q (25–75)	0,0020–0,0020	0,0060–0,0070	0,0010–0,0010	0,0010–0,0010

( $p < 0,05$ ) увеличивается содержание таких химических элементов, как бор, магний, алюминий, калий, кальций, марганец, железо, медь, цинк. Особенно необходимо отметить увеличение токсичных элементов (*Me* контроля и сигарет, мкг/м<sup>3</sup>) – стронций 0,0016–0,0050, таллий 0,0000–0,0007 и кадмий 0,0000–0,0110.

## Обсуждение

Анализируя результаты исследований, следует констатировать, что при курении сигарет наблюдаются максимальные концентрации вредных веществ из всего спектра веществ, определённых методом масс-спектрометрии. Так, содержание нафталина после сеанса курения по сравнению с контролем было выше более чем в 3 раза ( $p < 0,05$ ).

При использовании сигарет в 2 раза возросла концентрация полициклического ароматического углеводорода аценафтилена по сравнению с контрольной группой. Особо следует выделить вещества, обладающие канцерогенным действием, из семейства полициклических ароматических углеводородов – бенз(а)пирен, бенз(б)флуорантен,

бенз(г,х,и)перилен, дибенз(а,х)антрацен. Так, по окончании сеанса курения сигарет концентрация бенз(а)пирена по средним значениям была выше в 3,3 раза по сравнению с контрольной группой, при использовании ЭСДН – выше в 2,7 раза, а при использовании ЭСНТ практически не отличалась от контрольной группы, то есть употребление ЭСНТ не изменило состав воздуха закрытого помещения.

Аналогичную картину можно наблюдать и в отношении других загрязнителей. Так, например, концентрация С3-замещённых бензолов в сумме при курении сигарет выше в 3 раза по сравнению с контрольной группой и другими способами потребления никотина. Та же самая динамика наблюдается и в отношении бензальдегида и фенола.

Хотя элементный состав воздуха незначительно отражает его гигиеническую характеристику, так как элементы воздействуют на человека в составе сложных химических соединений, тем не менее сравнительный анализ элементного состава при различных способах потребления табака или никотина может свидетельствовать о существенных различиях в отношении потенциального риска для здоровья. Загрязнение воздуха различными химическими элементами

при курении сигарет является более интенсивным, чем при потреблении ЭСДН и ЭСНТ. Следует обратить внимание на обнаруженные концентрации, превышающие контрольные значения таких токсических элементов при курении табака, как стронций, таллий и кадмий, и отсутствие превышения при использовании ЭСДН и ЭСНТ.

## Заключение

При сравнении трёх видов никотинсодержащей продукции (сигареты, ЭСДН, ЭСНТ) наиболее значительное загрязнение воздуха замкнутого помещения вредными веществами отмечается при курении сигарет, в то время как курение электронных сигарет (для доставки или нагревания никотина) характеризуется значительно меньшими концентрациями загрязнителей. Это соотношение подтверждается как результатами измерений концентраций приоритетных загрязнителей (14 компонентов) [15], так и результатами исследования пробы воздуха «неизвестного состава» (27 летучих органических веществ и элементов). Полученные данные сравнительного анализа пробы воз-

духа неизвестного состава свидетельствуют о том, что при курении сигарет по сравнению с употреблением ЭСДН и ЭСНТ выделяется значительно больший перечень вредных веществ в статистически значимо превышающих концентрациях, в том числе определяющих риск здоровью для окружающих.

Полученные результаты должны быть учтены при оборудовании в общественных зданиях специальных помещений для курения, в соответствии с ч. 2 ст. 12 Федерального закона от 23.02.2013 г. № 15-ФЗ «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака». В связи с тем, что в настоящее время курение сигарет из табака, употребление электронных систем доставки или нагревания никотина осуществляется в общих специально выделенных помещениях, необходима актуализация и разработка гигиенических рекомендаций к оборудованию и вентиляции «курительных комнат», поскольку потребители ЭСНТ и ЭСДН будут подвергаться дополнительному риску от табачного дыма. Наиболее целесообразным является оборудование отдельных мест для курения ЭСДН, ЭСНТ и табачных сигарет [15, 18, 24].

## Литература

(пп. 1, 16, 17, 19, 21–23 см. References)

- Левшин В.Ф., Слепченко Н.И. Индивидуальные и групповые различия курительного поведения. *Врач*. 2014; 7: 83–6.
- Баланова Ю.А., Шальнова С.А., Деев А.Д., Капустина А.В., Константинов В.В., Бойцов С.А. Распространённость курения в России. Что изменилось за 20 лет? *Профилактическая медицина*. 2015; 6: 47–52.
- Суховская О.А., Карелин А.Г., Козырев О.В., Лаврова О.В., Колпинская Н.Д., Смирнова М.Ф. и соавт. Табакокурение в Санкт-Петербурге. *Профилактическая и клиническая медицина*. 2011; 1 (2): 149–55.
- 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; 11 (167): 52–6.
- Титова О.Н., Куликов В.Д., Суховская О.А. Пассивное курение и болезни органов дыхания. *Медицинский альянс*. 2016; 3: 73–7.
- Зубаирова Л.Д., Зубаиров Д.М. Курение как фактор риска сердечно-сосудистых заболеваний. *Казанский медицинский журнал*. 2006; 87 (5): 369–73.
- Краснова Ю.Н. Влияние табачного дыма на органы дыхания. *Сибирский медицинский журнал*. 2015; (6): 11–5.
- Похазникова М.А., Кузнецова О.Ю., Лебедев А.К. Распространённость пассивного курения и других факторов риска хронической обструктивной болезни лёгких в Санкт-Петербурге. *Российский семейный врач*. 2015; (4): 21–8.
- Аладкина Т.А., Артамонова А.Р., Лидохова О.В., Радченко М.С. Изменения пульса, сатурации и мукоцилиарного клиренса у курильщиков сигарет и вейперов. В кн.: *Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей XIII Международной научно-практической конференции: в 3 ч.* 2019: 162–5.
- Клюшников Е.А., Третьяков Ю.Ю. Вейпинг как деструктивный процесс и явление. В кн.: *Трезвость – курс России. Материалы XVI Международной научно-практической конференции Общественного движения «Союз утверждения и сохранения Трезвости "Трезвый Урал"»*. 2018: 225–31.
- Шпак Е.И., Галкин А.Н., Удальцова Е.В., Герасимова Т.В. Влияние курения классических, электронных сигарет и кальянов на организм человека, в том числе на полость рта. В кн.: *Актуальные проблемы медицинской науки и образования. Сборник статей VI Международной научной конференции*. 2017: 188–92.
- Валова А.В., Гарипова Р.Н., Попова О.Ю., Чапок П.И. Изучение влияния основных компонентов электронных сигарет на организм человека. В кн.: *Актуальные проблемы потребительского рынка товаров и услуг. Материалы IV международной заочной научно-практической конференции, посвящённой 30-летию Кировского ГМУ*. 2017: 31–4.
- Салагай О.О., Сахарова Г.М., Антонов Н.С. Электронные системы доставки никотина и нагревания табака (электронные сигареты): обзор литературы. *Наркология*. 2019; 9: 77–100.
- Маркова О.Л., Кирьянова М.Н., Иванова Е.В., Зарицкая Е.В. Пути минимизации негативного влияния компонентов табачного аэрозоля при пассивном курении. *Гигиена и санитария*. 2019; 98 (6): 682–7.
- Маркова О.Л., Иванова Е.В., Зарицкая Е.В. Поиск решений по минимизации риска здоровью при пассивном курении. В кн.: *Труды XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием»*. 2018; 13 (2): 882–91.
- Байдильдинова Г.К., Муханова С.К., Сергазы Ш.Д., Михаловский С.В., Гуляев А.Е., Нургожин Т.С. Оценка вероятности снижения рисков, связанных с курением обычных сигарет, при переходе на использование технологии HNS2.2 (IQOS). *Медицина (Алматы)*. 2019; 4: 49–59.
- Моисеев И.В., Подкопаев Д.О., Савин В.М., Лёзный В.В., Приходько Р.П., Симдянова Т.П. и соавт. Сравнительные исследования компонентного состава сигарет и стиков «Parliament» для системы нагревания табака IQOS. 2017; 2 (83): 50–61.
- Бродач М.М., Бросема Б., Наумов А.Л., *Tobacco-Review*. Першин А.Н. Зоны для курения. *Проектирование систем вентиляции*. М.: АВОК-пресс; 2013. 144 с.

## References

- WHO report on the global tobacco epidemic. Monitoring tobacco use and prevention policies. Geneva: World Health Organization; 2017. Accessible at: <http://www.who.int/fctc/mediacentre/press-release/wntd-2017/en/>
- Levshin V.F., Slepchenko N.I. Individual and group differences of smoking behavior. *Vrach [Doctor]*. 2014; 7: 83–6. (in Russian)
- Balanova U.A., Shalnova S.A., Deev A.D., Kapustina A.V., Konstantinov V.V., Boycov S.A. Prevalence of smoking in Russia. What has changed for 20 years? *Profilacticheskaya meditsina [Preventive medicine]*. 2015; 6: 47–52. (in Russian)
- Sukhovskaya O.A., Karelin A.G., Kozyrev O.V., Lavrova O.V., Kolpinckaya N.D., Smirnova M.F. et al. Tobacco smoking in St. Petersburg. *Profilacticheskaya i klinicheskaya meditsina [Preventive and clinical medicine]*. 2011; 1 (2): 149–55. (in Russian)
- Zawelskay A.J. Passive exposure to tobacco smoke from the environment and the risk of developing cervical cancer. / A.Y. Zawelskay, L.E. Syrtsova, V.F. Levshin. *Narkologiya [Narcology]*. 2015; 11 (167): 52–6. (in Russian)
- Titova O.N., Kulikov V.D., Sukhovskaya O.A. Passive smoking and respiratory diseases. *Meditsinskiy al'yans*. 2016; 3: 73–7. (in Russian)
- Zubairova L.D., Zubairov D.M. Smoking as a risk factor for cardiovascular disease. *Kazanskiy meditsinskiy zhurnal [Kazan medical journal]*. 2006; 87 (5): 369–73. (in Russian)
- Krasnova Ju.N. The effect of tobacco smoke on the respiratory system. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal*. 2015; (6): 11–5. (in Russian)
- Pohaznikova M.A., Kuznecova O.Yu., Lebedev A.K. The prevalence of secondhand smoke and other risk factors for chronic obstructive pulmonary disease in St. Petersburg. *Rossiyskiy semeynyy vrach*. 2015; (4): 21–8. (in Russian)

10. Aladkina T.A., Artamonova A.R., Lidokhova O.V., Radchenko M.S. Changes of heart rate, saturation and mucociliary clearance in smokers of cigarettes and vapers. In: *[Fundamental'nyye i prikladnyye nauchnyye issledovaniya: aktual'nyye voprosy, dostizheniya i innovatsii: sbornik statey XXIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii: v 3 ch.j.* 2019: 162–5. (in Russian)
11. Klyushnikova Ye.A., Tret'yakov Yu.Yu. Vaping as a destructive process and phenomenon. In: *Sobriety is the course of Russia. Proceedings of the XVI International Scientific and Practical Conference of the Social Movement "The Sober Approval and Preservation Sobriety" Sober Ural" [Trezvost' – kurs Rossii. Materialy XVI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii Obshchestvennogo dvizheniya "Soyuz utverzhdeniya i sokhraneniya Trezvosti "Trezvyy Ural"]*. 2018: 225–31. (in Russian)
12. Shpak E.I., Galkin A.N., Udal'cova E.V., Gerasimova T.V. The effect of smoking classic, electronic cigarettes and hookahs on the human body, including the oral cavity. In: *Actual problems of medical science and education. Proceedings of the VI International Scientific Conference [Aktual'nyye problemy meditsinskoj nauki i obrazovaniya. Sbornik statey VI Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii]*. 2017: 188–92. (in Russian)
13. Valova A.V., Garipova R.N., Popova O.Yu., Capok P.I. Studying the influence of the main components of electronic cigarettes on the human body. Actual problems of the consumer market of goods and services. In: *Actual problems of the consumer market of goods and services. Materials of the IV international correspondence scientific-practical conference dedicated to the 30<sup>th</sup> anniversary of the Kirov State Medical University [Aktual'nyye problemy potrebitel'skogo rynka tovarov i uslug. Materialy IV mezhdunarodnoy zaочноy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 30-letiyu Kirovskogo GMU]*. 2017: 31–4. (in Russian)
14. Salagaj O.O., Saharova G.M., Antonov N.S. Electronic nicotine delivery and tobacco heating systems (electronic cigarettes): literature review. *Narkologiya [Narcology]*. 2019; 9: 77–100. (in Russian)
15. Markova O.L., Kir'yanova M.N., Ivanova E.V., Zarickaya E.V. Ways to minimize the negative impact of components of tobacco aerosol during second-hand smoke. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2019; 98 (6): 682–7. (in Russian)
16. Smith M.R., Clark B., Ljudicke F., Schaller J.P., Vanscheeushhijck P. et al. Evaluation of the Tobacco Heating System 2.2. Part 1: Description of the system and the scientific assessment program. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2016; 81 (Suppl 2): S17–S26. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2016.07.006> Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27450400>
17. Mitova M.I., Kampelos P.B., Gujon-Ginlinger K.G., Mader S., Mott'e N., Ruzhe Je.G. et al. Comparison of the impact of the Tobacco Heating System 2.2 and a cigarette on indoor air quality. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2016; 80: 91–101. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2016.06.005>.
18. Markova O.L., Ivanova E.V., Zarickaya E.V. Finding solutions to minimize the risk of health in second-hand smoke. In: *Proceedings of the XIII All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation [Trudy XIII Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem]*. 2018; 13 (2): 882–91. (in Russian)
19. Mottier N., Tharin M. et al. Validation of selected analytical method using accuracy profiles to assess the impact of Tobacco Heating System on indoor air quality. *Talanta*. 2016; 158: 165–78. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2016.05.022>
20. Baydil'dinova G.K., Mukhanova S.K., Sergazy S.H.D., Mikhailovskiy S.V., Gulyayev A.Ye., Nurgozhin T.S. Estimating a probability of reducing risks associated with smoking conventional cigarettes using the ths2.2 (IQOS) technology. *Meditsina (Almaty)*. 2019; 4: 49–59. (in Russian)
21. Li H., Luo J., Jiang H., Zhang H., Zhu F., Hu Sh. et al. Chemical Analysis and Simulated Pyrolysis of Tobacco Heating System 2.2 Compared to Conventional Cigarettes. Publisher: Oxford University Press (OUP). *Nicotine Tob Res*. 2019; 21 (1): 111–8. DOI: <https://doi.org/10.1093/ntr/nty005>
22. Mallock N., Bjoss L., Burk R., Danziger M., Shhelsch T., Hahn H. et al. Levels of selected analytes in the emissions of "heat not burn" tobacco products that are relevant to assess human health risks. *Arch Toxicol*. 2018; 92: 2145–9.
23. 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. *Environ Int*. 2017; 107: 190–5.
24. Moiseev I.V., Podkopaev D.O., Savin V.M., Lyozny V.V., Prikhodko R.P., Simdyanova T.P. et al. Comparative compositional analysis of parliament cigarettes and sticks for the iqos tobacco heating system. *Tobacco-Review*. 2017; 2 (83): 50–61. (in Russian)
25. Brodach M.M., Brosema B., Naumov A.L., Pershin A.N. *Smoking areas. Design of ventilation systems [Zony dlya kureniya. Proyektirovaniye sistem ventilyatsii]*. Moscow: AVOK-press, 2013; 144. (in Russian)