

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-1-46-55>
УДК 663.97.051.82: 66-911.38



ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ АЭРОЗОЛЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ДОСТАВКИ НИКОТИНА РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ

Светлана Н. Медведева, Татьяна А. Пережогина,
Ирина М. Еремина, Дмитрий К. Глухов

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
табака, махорки и табачных изделий»,
ул. Московская, д. 42, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация

Аннотация. Исследование газовой фазы аэрозоля, продуцируемого электронными системами доставки никотина (ЭСДН), состоит в оценке содержания монооксида углерода, который включен Всемирной организацией здравоохранения в список девяти приоритетных токсичных веществ. В статье представлены результаты определения содержания монооксида углерода (СО) в газовой фазе аэрозоля электронных систем доставки никотина (ЭСДН), имеющих различные конструктивные особенности, полученные при сборе аэрозоля на курительной машине «Cerulean SM 450» по ISO 20768 и в экспериментальном режиме ISO 20768. Проведено сравнение содержания монооксида углерода в газовой фазе аэрозоля электронных систем доставки никотина различных конструкций. Установлено, что газовая фаза аэрозоля, продуцируемая устройствами «LogicPro», содержит следовые количества СО, что связано со стабильной работой устройств, имеющих относительно низкую мощность и температуру при генерировании аэрозоля, и составляет от 0,007 до 0,05 мг/зат. Результаты по продуцированию СО устройствами «eGo AIO» показали, что при их использовании содержание СО составляет от 0,18 до 1,18 мг на одну затяжку, полученные по ISO 20768эксп., что может нанести больший вред, чем курение обычных сигарет, так как согласно обязательным требованиям главы 5 ТР ТС 035/2014 содержание монооксида углерода в дыме одной сигареты с фильтром не может превышать 10 мг на сигарету. Отсутствие стандартизованных методов сбора аэрозоля никотинсодержащей продукции, установленных технических требований и нормативов содержания токсичных веществ, методической базы для контроля состава веществ, выделяемых в процессе эксплуатации никотинсодержащей продукции, а также содержания СО в аэрозоле ЭСДН различных конструкций, является несомненным риском для потребителей. Необходима разработка и внедрение системы технического регулирования никотинсодержащей продукции и нормирование токсичных веществ в аэрозоле данной продукции.

Ключевые слова: монооксид углерода (СО), никотинсодержащая продукция (НСП), электронные системы доставки никотина (ЭСДН), газовая фаза, аэрозоль, жидкости для ЭСДН, курительная машина линейного типа, табачный вкус, типы устройств, затяжки

Для цитирования: Исследование газовой фазы аэрозоля электронных систем доставки никотина различных типов / Медведева С.Н. [и др.] // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 1. С. 46–55. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-1-46-55>

RESEARCH OF AEROSOL GAS PHASE OF ELECTRONIC NICOTINE DELIVERY SYSTEMS OF DIFFERENT TYPES

Svetlana N. Medvedeva, Tatiana A. Perezhogina,
Irina M. Eremina, Dmitry K. Glukhov

FSBSI «All-Russian Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products»,
42 Moscovskaya str., Krasnodar, 350072, the Russian Federation

Annotation. The study of the gas phase of aerosol produced by electronic nicotine delivery systems (ENDS) consists of assessing the content of carbon monoxide, which is included in the World Health Organization list of nine priority toxic substances. The article presents the results of determining the content of carbon monoxide (CO) in the gas phase of aerosol of electronic nicotine delivery systems (ENDS) with various design features obtained by collecting aerosol on a Cerulean SM 450 smoking machine according to ISO 20768 and in ISO 20768 experimental mode. Carbon monoxide content in the gas phase aerosol of electronic nicotine delivery systems of various designs has been compared. It has been found that the gas phase of the aerosol produced by the LogicPro devices contains trace amounts of CO, which is associated with the stable operation of devices with a relatively low power and temperature during aerosol generation and ranges from 0,007 to 0,05 mg / puff. The results on the production of CO by «eGo AIO» devices have shown that when using them, the CO content is from 0,18 to 1,18 mg per puff, obtained according to ISO 20768exp., which can cause more harm than smoking regular cigarettes, since according to the mandatory requirements of Chapter 5 of CU TR 035/2014, the content of carbon monoxide in the smoke of one filter cigarette cannot exceed 10 mg per cigarette. The lack of standardized methods for collecting aerosol of nicotine-containing products, established technical requirements and standards for the content of toxic substances, a methodological basis for monitoring the composition of substances released during the operation of nicotine-containing products, as well as the content of CO in aerosols of ENDS of various designs, is an undoubted risk for consumers. It is necessary to develop and implement a system for technical regulation of nicotine-containing products and standardization of toxic substances in the aerosol of these products.

Keywords: carbon monoxide (CO), nicotine-containing products (NCP), electronic nicotine delivery systems (ENDS), gas phase, aerosol, ENDS liquids, linear type smoking machine, tobacco flavor, device types, puffs

For citation: Research of aerosol gas phase of electronic nicotine delivery systems of different types / Medvedeva S.N. [et al.] // New technologies. 2021. Vol. 17, No. 1. P. 46–55. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-1-46-55>

Введение

В России на протяжении последних лет наблюдается стабильный рост потребления такой никотинсодержащей продукции, как электрические системы нагревания табака (ЭСНТ), электронные системы доставки никотина, жидкости для ЭСДН, изделия для орального потребления как содержащие табак, так и бестабачные. По данным всероссийского опроса 2019 г. потребителями

никотинсодержащей продукции являются 27% россиян (около 39 млн чел.) [1].

Общими принципами, позволяющими выделить их в отдельную категорию потребительских товаров, являются:

- наличие или отсутствие никотина;
- образование аэрозоля, вдыхаемого потребителем;
- отсутствие горения (тления) табака;
- использование исключительно со специальными устройствами [1].

Жидкости для электронных систем доставки никотина (ЭСДН) и способ их потребления принципиально отличаются от традиционных сигарет. Данные виды продукции не являются предметом регулирования технического регламента Таможенного союза «Технический регламент на табачную продукцию» (ТР ТС 035/2014) [3] и Федерального закона № 268-ФЗ от 22.12.2008 г. «Технический регламент на табачную продукцию» (ФЗ № 268-ФЗ).

Научные исследования, посвященные анализу химического состава аэрозоля различной никотинсодержащей продукции, содержат противоречивые данные по содержанию токсичных компонентов [4], а образование СО в аэрозоле ЭСДН изучено недостаточно [5; 6]. Некоторые исследователи отмечают, что количество выдыхаемого СО пользователями ЭСДН была значительно ниже, чем у курильщиков сигарет [7; 8; 10].

Монооксид углерода, включенный Всемирной организацией здравоохранения [9] в приоритетный список токсичных веществ, формируется в дыме сигарет [3], в аэрозоле изделий с нагреваемым табаком. Исследования по определению содержания монооксида углерода в газовой фазе аэрозоля ЭСДН в России не проводились.

В сложившейся ситуации особую актуальность приобретает проведение исследований по разработке методов контроля и количественного

определения содержания компонентов газовой фазы аэрозоля для нормирования предельно допустимых уровней их содержания в аэрозоле продукции данного вида.

Материалы и методы

Материалом для экспериментальных исследований являлись следующие виды ЭСДН:

- ЭСДН «Logic Pro» и капсулы с табачным вкусом;
- ЭСДН «eGo AIO» и жидкость с табачным вкусом.

Сбор газовой фазы аэрозоля исследуемых образцов ЭСДН проводили на 20-канальной курительной машине линейного типа Cerulean SM450 в кондиционируемом помещении при следующих условиях окружающей среды:

- температура, °С – 22 ± 2 ;
- относительная влажность, % 60 ± 5 ;
- скорость воздуха в зоне сбора аэрозоля, мм/с – 200 ± 50 .

В качестве базового метода сбора газовой фазы аэрозоля был выбран ISO 20768 и экспериментальный режим ISO 20768 [11]. Режимы сбора газовой фазы аэрозоля представлены в табл.1

Для сбора газовой фазы аэрозоля ЭСДН в каждый канал курительной машины вставляли ловушки для сбора аэрозоля с фильтром из стекловолокна диаметром 44 мм. Газовую фазу аэрозоля, прошедшую через стекловолокнистый фильтр, собирали в пластиковый мешок. По окончании сбора аэрозоля проба

Таблица 1

Режимы сбора газовой фазы аэрозоля ЭСДН

Table 1

Modes of collecting the gas phase of the ENDS aerosol

Режим сбора аэрозоля	Объем затяжки, мл	Интервал между затяжками, с	Продолжительность затяжки, с	Профиль затяжки	Скорость воздуха в зоне сбора газовой фазы, мл/мин
ISO 20768	$55 \pm 0,5$	$30 \pm 0,5$	$3 \pm 0,2$	прямоугольный	200
ISO 20768 _{эксп}	$55 \pm 0,5$	$30 \pm 0,5$	$4 \pm 0,2$	прямоугольный	200

газовой фазы из пластикового мешка от каждого канала отбиралась во встроенный недисперсный инфракрасный анализатор монооксида углерода Cerulean Type COA 205. Количество СО измеряли в автоматическом режиме с оформлением протокола испытаний.

Так как емкость стекловолокнистого фильтра $\varnothing 44$ мм равняется примерно 850 мг собранной твердой фазы аэрозоля, а также из различной способности ЭСДН генерировать аэрозоль для всех устройств были проведены предварительные исследования для установления допустимого количества затяжек при сборе аэрозоля на один фильтр.

Результаты проведенных исследований по сбору газовой фазы аэрозоля исследуемых ЭСДН представлены в табл. 2.

Как видно из вышеприведенных данных таблицы 2, для ЭСДН «eGo AIO» на один фильтр может быть собран аэрозоль от 40 затяжек, а для ЭСДН «Logic Pro» – от 50-ти затяжек. Количество затяжек для одного анализа газовой фазы назвали блоком затяжек.

Предварительно проведенные испытания показали, что для исчерпывающего сбора аэрозоля при установленных режимах для одного устройства «Logic Pro» может быть произведено около 500 затяжек, а для ЭСДН «eGo AIO» около 200 затяжек.

Для каждого устройства ЭСДН проводился исчерпывающий сбор аэрозоля. Критерием окончания сбора аэрозоля

являлось количество аэрозоля, собранного на одном фильтре, которое составляло менее 12,5 мг [7]. Во время сбора газовой фазы аэрозоля устройства на курительной машине располагали горизонтально.

ЭСДН «eGo AIO» и «Logic Pro» не имели возможности регулирования мощности нагревательного элемента, поэтому пользовались параметрами, заданными производителем. Устройства «Logic Pro» представляют собой закрытую систему со сменными капсулами, а «eGo AIO» – открытую систему с переправляемым баком. ЭСДН имеют различную мощность.

Определение СО на ЭСДН открытого типа «eGo AIO» проводили при закрытой вентиляции (без подсоса воздуха), так как конструкция устройства не предусматривала контроля уровня подсоса воздуха.

Результаты и обсуждение

Сбор аэрозоля, генерируемого ЭСДН «eGo AIO» с емкостью бака объемом 2 мл для заправки, проводился на курительной машине с установкой специально подобранных брекетов. ЭСДН непосредственно подсоединяли к ловушке с фильтром без дополнительных приспособлений, так как диаметр мундштука соответствовал диаметру сигарет. Во время сбора аэрозоля, то есть при осуществлении каждой затяжки, необходимо нажимать и удерживать кнопку активации. Исследования по образованию монооксида углерода устройствами «eGo AIO» проводили для 4-х циклов заправки жидкостью, но

Таблица 2

Результаты определения количества затяжек при сборе газовой фазы аэрозоля исследуемых ЭСДН

Table 2

Results of determining the number of puffs when collecting the aerosol gas phase of the studied ENDS

Название ЭСДН	Макс. кол-во затяжек	Кол-во затяжек на один блок сбора газовой фазы	Мощность устройства, Вт	Активация устройства во время затяжки
«eGo AIO»	200	40	15–23	+
«Logic Pro»	500	50	8	+

ввиду большого объема данных в статье приведено исследование содержания монооксида углерода для 1-го цикла заправки при двух режимах сбора аэрозоля.

План сбора аэрозоля ЭСДН «eGo AIO», «Logic Pro» по определению монооксида углерода приведен в таблице 3. Как видно из плана, сбор и определение СО в газовой фазе аэрозоля ЭСДН «eGo AIO» для вкуса tobacco проводился на ЭСДН 1–8 при режиме ISO 20768, а для ЭСДН 9–14 – при режиме ISO 20768_{эксп}.

Исчерпывающий сбор аэрозоля проводился почти до полного испарения объема жидкости в баке. Определение содержания монооксида углерода в газовой фазе аэрозоля производили для каждого блока по 40 затяжек каждый.

В таблице 4 приведены интервалы между минимальными и максимальными значениями СО в аэрозоле, собранном в первых, средних и последних блоках затяжек с заправкой жидкостью на

ЭСДН 1-8 при сборе аэрозоля в режиме ISO 20768.

Данные, представленные в таблице 4 по количеству СО, свидетельствуют о том, что максимальное количество СО продуцировали устройства в последнем блоке, минимальное – в первом. В среднем блоке 4 устройства продуцировали СО, а в последнем блоке все устройства образовали СО, что объясняется возникновением процессов термического распада глицерина и пропиленгликоля, а возможно, и подгоранием элементов нагревательной системы устройств.

В таблице 5 приведены интервалы содержания СО в аэрозоле, собранном в первых, средних и последних блоках затяжек с заправкой жидкостью на ЭСДН 9–14 при сборе аэрозоля в режиме ISO 20768_{эксп}. Исчерпывающий сбор аэрозоля составил 3 блока затяжек.

Как видно из данных, приведенных в таблице 5, образование СО при сборе

Таблица 3

План сбора аэрозоля ЭСДН «eGo AIO», «Logic Pro» по определению монооксида углерода

Table 3

Plan for ENDS «eGo AIO», «Logic Pro» aerosol collection according to carbon monoxide determination

Цикл сбора аэрозоля	Блоки затяжек для анализа	ЭСДН 1–8	ЭСДН 9–14
Заправка (цикл 1)	Метод сбора аэроз.	ISO 20768	ISO 20768 _{эксп}
	первый		
	средний		
	последний		

Таблица 4

Интервалы между минимальными и максимальными значениями СО в аэрозоле ЭСДН 1–8 «eGo AIO» по режиму ISO 20768

Table 4

Intervals between minimum and maximum CO values in ENDS 1–8 «eGo AIO» aerosol according to ISO 20768 mode

Анализируемые блоки сбора газовой фазы	Первый	Средний	Последний
Содержание СО, мг/зат	0	0,02–0,38	0,04–0,54
Кол-во блоков сбора газовой фазы	3		
Вкус жидкости	Tobacco		
Режим сбора газовой фазы	ISO 20768		

Таблица 5

Интервалы содержания СО в аэрозоле ЭСДН 9–14 «eGo AIO» по режиму ISO 20768эксп

Table 5

Intervals of CO content in ENDS 9–14 «eGo AIO» aerosol according to ISO 20768exp mode

Анализируемые блоки сбора газовой фазы	Первый	Средний	Последний
Содержание СО, мг/зат	0,26–0,96	0,18–1,18	0,03–0,39
Кол-во блоков сбора газовой фазы	3		
Вкус жидкости	Тobacco		
Режим сбора газовой фазы	ISO 20768эксп		

аэрозоля по ISO 20768эксп прослеживается во всех блоках затяжек. Максимальное количество СО продуцировали устройства в среднем блоке, минимальное в последнем блоке.

Как видно из графика, представленного на рис.1, с увеличением массы образующегося аэрозоля происходит уменьшение образования монооксида углерода, то есть образование монооксида углерода зависит от способности устройств генерировать аэрозоль. Анализируя полученные данные, можно отметить, что различное количество образованного аэрозоля свидетельствует о неравномерности работы всех устройств. Также возможно появление «сухих затяжек», так как капиллярные свойства материала, из которого изготовлен фитиль, не способствуют полноценному смачиванию жидкостью, что способствует появлению

побочных продуктов в газовой фазе аэрозоля.

При генерации аэрозоля ЭСДН «eGo AIO» в экспериментальном режиме увеличение продуцирования СО отмечено в среднем блоке по сравнению с методом ISO 20768, что объясняется нестабильной работой нагревательных элементов устройств.

Для исследования содержания СО в газовой фазе аэрозоля ЭСДН «Logic Pro» использовали капсулы с табачным вкусом («классика 12»).

В пластиковый мешок собирали газовую фазу аэрозоля от 50 затяжек. Устройства «Logic Pro» имеют овальный мундштук, поэтому для соединения с ловушкой, содержащей фильтр для сбора аэрозоля, применяли дополнительные приспособления. Для проведения анализа использовали 14 устройств. Для

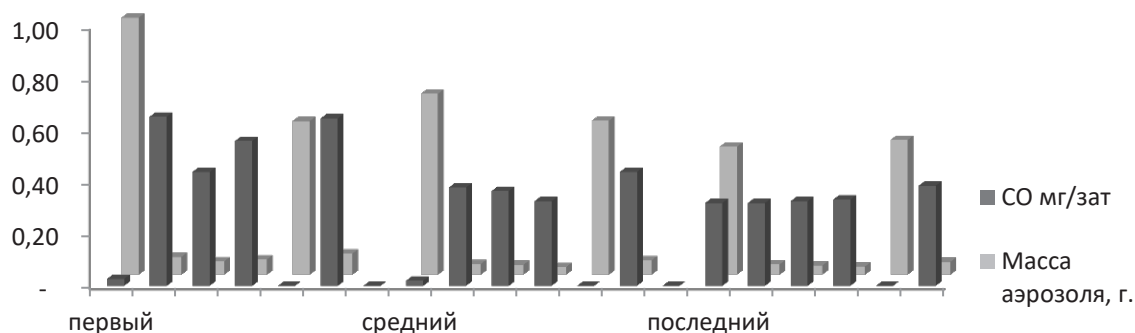


Рис. 1. Содержание СО в зависимости от массы аэрозоля на ЭСДН 9–14 по ISO 20768эксп по блокам сбора аэрозоля

Fig. 1. CO content depending on aerosol mass at ENDS 9–14 according to ISO 20768exp for aerosol collection units

устройств 1–8 сбор аэрозоля по ISO 20768, для устройств 9–14 по ISO 20768эксп.

В таблице 6 приведены интервалы содержания СО в аэрозоле, собранном в первых, средних и последних блоках затяжек на ЭСДН 1–8 при сборе аэрозоля по ISO 20768.

Как видно из данных, приведенных в табл. 6, всего было собрано 10 блоков сбора аэрозоля. Анализ монооксида проводили для 1-го, 5-го и 9-го блоков затяжек. Содержание СО в газовой фазе первого блока затяжек не обнаружено. В среднем и последнем блоках его содержание составило от 0,007 до 0,05 мг/зат. В среднем блоке содержание СО обнаружено только в аэрозоле устройств 5–8, а в последнем блоке все устройства продуцировали СО.

В таблице 7 приведены максимальные значения содержания СО в аэрозоле, собранном в первых, средних и последних

блоках затяжек на ЭСДН 9–14 при сборе аэрозоля в режиме ISO 20768эксп.

Анализ результатов, приведенных в таблице 7, позволяет сделать вывод о том, что образование СО при заправке капсулами со вкусом табака («классика 12») было отмечено в среднем и последнем блоках и составило 0,01 мг/зат. В среднем блоке затяжек только одно устройство продуцировало СО, а в последнем блоке сбора аэрозоля все устройства продуцировали СО. Увеличение продолжительности затяжки на 1 секунду в экспериментальном режиме не привело к увеличению содержания СО.

Одной из причин образования монооксида углерода в среднем и последнем блоках сбора газовой фазы может быть то, что при нагреве жидкости испаренные вещества жидкости концентрируются на спирали ЭСДН и при продолжении нагрева образуется монооксид углерода.

Таблица 6

Интервалы содержания СО в аэрозоле ЭСДН 1–8 «Logic Pro» по режиму ISO 20768

Table 6

Intervals of CO content in aerosol ENDS 1–8 «Logic Pro» according to ISO 20768 mode

Анализируемые блоки сбора газовой фазы	Первый	Средний	Последний
Содержание СО, мг/зат	0	0,007–0,013	0,007–0,05
Кол-во блоков сбора газовой фазы	10		
Вкус жидкости	табачный («классика 12»)		
Режим сбора газовой фазы	ISO 20768		

Таблица 7

Интервалы содержания СО в аэрозоле ЭСДН 9–14 «Logic Pro» по режиму ISO 20768эксп.

Table 7

The intervals for CO content in the ENDS 9–14 «Logic Pro» aerosol according to the ISO 20768exp.

Анализируемые блоки сбора газовой фазы	Первый	Средний	Последний
Содержание СО, мг/зат	0	0,01	0,01
Кол-во блоков сбора газовой фазы	6		
Вкус жидкости	табачный («классика 12»)		
Режим сбора газовой фазы	ISO 20768эксп		

Выводы

Результаты исследования содержания монооксида углерода подтверждают предыдущие исследования в данной области о влиянии типов устройств на количественный и качественный состав аэрозоля ЭСДН [4].

Результаты проведенного исследования позволили сделать следующие выводы:

- наиболее высокое содержание СО обнаружено в газовой фазе ЭСДН «eGo AIO»;

- на продуцирование СО оказывает влияние количество образующегося аэрозоля;

- отмечено, что чем выше количество собранного аэрозоля, тем меньше содержание СО;

- газовая фаза аэрозоля, продуцируемая устройствами закрытого типа «Logic Pro», содержит следовые количества СО.

Полученные данные по содержанию СО устройствами «eGo AIO» в экспериментальном режиме свидетельствуют о том, что при их использовании количество СО составляет от 0,18 до 1,18 мг/зат, что может нанести больший вред

здоровью, чем курение обычных сигарет [6], так как согласно требованиям, изложенным в гл. 5 ТР ТС 035/2014 к табачной продукции, содержание монооксида углерода в дыме одной сигареты с фильтром не может превышать 10 мг на сигарету, а согласно исследованиям пользователей ЭСДН продолжительность затяжек составляет от 1,3 до 5,8 секунд [4; 12].

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о необходимости выработки единого подхода в регулировании НСП. Дальнейшие исследования ЭСДН должны быть направлены на установление нормативов содержания токсичных компонентов в твердой и газовой фазе аэрозоля.

Отсутствие максимально допустимого уровня содержания СО в аэрозоле ЭСДН, оценки соответствия, методической базы для контроля состава веществ, выделяемых в процессе эксплуатации НСП, являются несомненным риском для потребителей. Разработка и внедрение системы технического регулирования НСП является актуальной проблемой для защиты здоровья потребителей.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Состояние и перспективы мировых научных исследований по табаку, табачным изделиям и инновационной никотинсодержащей продукции: сборник научных трудов Международной научной конференции (17 ноября 2020 года). Краснодар: Просвещение-Юг, 2020. 220 с.
2. Медведева С.Н., Пережогина Т.А., Гнучих Е.В. Сравнительный анализ содержания токсичных веществ в газовой фазе аэрозоля сигарет и нагреваемых табачных палочек для электрических систем нагревания табака // Известия вузов. Пищевая технология. 2020. № 4 (376). С. 34–37.
3. Технический регламент Таможенного союза «Технический регламент на табачную продукцию» (ТР ТС 035/2014) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.eurasiancommission.org/ru/act/techreg/deptexreg/tr/Pages/tabac.aspx> (дата обращения 15.05.2020).
4. Son Y., Bhattarai C., Samburova V., Khlystov A. Carbonyls and Carbon Monoxide Emissions from Electronic Cigarettes Affected by Device Type and Use Patterns. Int. J. Environ. Res. Public Health. 2020. 17. 2767.
5. Carbon monoxide concentration in mainstream E-cigarette emissions measured with diode laser spectroscopy / Casebolt R. [et al.] // Tob. Control, 1–4.
6. Carbon monoxide and small hydrocarbon emissions from sub-ohm electronic cigarettes // Chem. Res. Toxicol. 2019. Feb 18, No. 32(2). P. 312–317.

7. Effects of switching to electronic cigarettes with and without concurrent smoking on exposure to nicotine, carbon monoxide, and acrolein / McRobbie H. [et al.] // *Cancer Prev. Res.* 2015. No. 8. P. 873–878.
8. Weisel C., Wackowski O. et al. Evaluation of e-vapor nicotine and nicotine concentrations emitted under various e-liquid compositions, device settings and vapintopographies / Son Y. [et al.] // *Chem. Res. Toxicol.* 2018. V. 31. P. 861–868.
9. Electronic-nicotine-and-non-nicotine-delivery-systems-brief-rus [Electronic resource] // Всемирная организация здравоохранения. 2020. 20 с. URL: www.euro.who.int (дата обращения 15.10.2020).
10. E-cigarettes. Seventh report of session 2017-2019. London: House of Commons Science and Technology Committee; 2018 [Electronic resource]. URL: <https://publications.parliament.uk/pa/cm201719/cmselect/cmsctech/505/505.pdf>
11. ISO 20768:2018. Vapour products – Routine analytical vaping machine – Definitions and standard conditions (дата обращения 15.07.2020).
12. Geiss O., Bianchi I., Barahona F., Barrero-Moreno J. Characterization of mainstream and passive vapours emitted by selected electronic cigarettes. *Int. J. Hyg. Environ. Health.* 2015. No. 218. P. 169–180.

REFERENCES:

1. State and prospects of world scientific research on tobacco, tobacco products and innovative nicotine-containing products: collection of scientific papers of the International scientific conference (November 17, 2020). Krasnodar: Education-South, 2020. 220 p.
2. Medvedeva S.N., Perezhogina T.A., Gnuchikh E.V. Comparative analysis of the content of toxic substances in the gas phase of aerosol of cigarettes and heated tobacco sticks for electric heating systems of tobacco // *Izvestiya vuzov. Food technology.* 2020. No. 4 (376). P. 34–37.
3. Technical regulations of the Customs Union «Technical regulations for tobacco products» (TR CU 035/2014) [Electronic resource]. URL: <http://www.eurasiancommission.org/ru/act/texnreg/deptexreg/tr/Pages/tabac.aspx> (date of access 15/05/2020).
4. Son Y., Bhattarai C., Samburova V., Khlystov A. Carbonyls and Carbon Monoxide Emissions from Electronic Cigarettes Affected by Device Type and Use Patterns. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2020. 17. 2767.
5. Carbon monoxide concentration in mainstream E-cigarette emissions measured with diode laser spectroscopy / Casebolt R. [et al.] // *Tob. Control*, 1–4.
6. Carbon monoxide and small hydrocarbon emissions from sub-ohm electronic cigarettes // *Chem. Res. Toxicol.* 2019. Feb 18, No. 32 (2). P. 312–317.
7. Effects of switching to electronic cigarettes with and without concurrent smoking on exposure to nicotine, carbon monoxide, and acrolein / McRobbie H. [et al.] // *Cancer Prev. Res.* 2015. No. 8. P. 873–878.
8. Weisel C., Wackowski O. et al. Evaluation of e-vapor nicotine and nicotine concentrations emitted under various e-liquid compositions, device settings and vapintopographies / Son Y. [et al.] // *Chem. Res. Toxicol.* 2018. V. 31. P. 861–868.
9. Electronic-nicotine-and-non-nicotine-delivery-systems-brief-rus [Electronic resource] // World Health Organization. 2020. 20 p. URL: www.euro.who.int (date of access 15.10.2020).
10. E-cigarettes. Seventh report of session 2017-2019. London: House of Commons Science and Technology Committee; 2018 [Electronic resource]. URL: <https://publications.parliament.uk/pa/cm201719/cmselect/cmsctech/505/505.pdf>
11. ISO 20768: 2018. Vapor products – Routine analytical vaping machine – Definitions and standard conditions (date of access: 15/07/2020).
12. Geiss O., Bianchi I., Barahona F., Barrero-Moreno J. Characterization of mainstream and passive vapors emitted by selected electronic cigarettes. *Int. J. Hyg. Environ. Health.* 2015. No. 218. P. 169–180.

Информация об авторах / Information about the authors

Светлана Николаевна Медведева, научный сотрудник лаборатории химии и контроля качества, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий»

cah-ek@mail.ru

тел.: 8 (903) 454 57 85

Татьяна Анатольевна Пережогина, заведующая лабораторией химии и контроля качества, старший научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий»

Ирина Макаровна Еремина, научный сотрудник лаборатории химии и контроля качества, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий»

Дмитрий Константинович Глухов, научный сотрудник лаборатории химии и контроля качества, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий»

Svetlana N. Medvedeva, a researcher of the Laboratory of Chemistry and Quality Control, FSBEI «All-Russian Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products»

cah-ek@mail.ru

tel.: 8 (903) 454 57 85

Tatyana A. Perezhogina, head of the Laboratory of Chemistry and Quality Control, a senior researcher, FSBEI «All-Russian Research Institute of Tobacco, Shag and Tobacco Products»

Irina M. Eremina, a researcher of the Laboratory of Chemistry and Quality Control, FSBEI «All-Russian Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products»

Dmitry K. Glukhov, a researcher of the Laboratory of Chemistry and Quality Control, FSBEI «All-Russian Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products»

Поступила 01.02.2021

Received 01.02.2021

Принята в печать 11.02.2021

Accepted 11.02.2021