

Якубова И.Ш.¹, Зарицкая Е.В.^{1,2}, Аликбаева Л.А.¹, Иванова Е.В.², Суворова А.В.¹

Обоснование мероприятий по защите от воздействия никотинсодержащей продукции в замкнутых помещениях

¹ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, 195067, Санкт-Петербург, Россия;

²ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Федеральной службы по надзору
в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 191036, Санкт-Петербург, Россия

Введение. Внесение изменений и дополнений в антитабачный Федеральный закон от 23.02.2013 г. № 15-ФЗ в 2020 г. способствовало кардинальной редакции не только названия этого закона, но и введению запрета на потребление любой никотинсодержащей продукции в общественных местах. Отдельных специально выделенных изолированных помещений, предусмотренных для потребления табачных изделий и других видов никотинсодержащих продуктов, законодательно не предусмотрено, несмотря на то, что специально проведенными исследованиями показан существенно различный уровень добавочного ингаляционного риска, возникающего от загрязнения воздуха при потреблении табачных изделий и электронных систем доставки никотина или нагревания табака.

Цель исследования — на основании экспериментальных данных обосновать кратность воздухообмена в специально выделенных изолированных помещениях, предназначенных для защиты от воздействия окружающего табачного дыма, последствий потребления табака или никотинсодержащей продукции.

Материалы и методы. Исследованию подлежали 3 вида никотинсодержащей продукции: табачные сигареты (сигареты), электронная система доставки никотина (ЭСДН) и электронная система нагревания табака (ЭСНТ). В ходе исследования выполнены: серия экспериментов по потреблению никотинсодержащей продукции различными способами в специально оборудованном закрытом помещении, проведён отбор проб воздуха и их лабораторные исследования, рассчитаны валовые и удельные выделения химических веществ, поступающих в воздушную среду из одной единицы продукции в час, проведён выбор приоритетных химических веществ для расчёта удаляемого воздуха из помещения при употреблении никотинсодержащей продукции каждого вида, проведены расчёты необходимого уровня воздухообмена помещений, предназначенных для потребления табака или никотина.

Результаты. Оценка качества воздуха помещений показала, что при курении сигарет основными компонентами валового поступления в воздушную среду являются взвешенные частицы и оксид углерода. Однако с учётом значений предельно допустимых концентраций наибольший вклад в интегральный показатель вносят ацетальдегид и взвешенные частицы PM_{10} и $PM_{2.5}$. При использовании ЭСДН наиболее значимыми загрязнениями являлись ацетальдегид и оксид углерода, а при использовании ЭСНТ — ацетальдегид и взвешенные частицы PM_{10} и $PM_{2.5}$. Для всех исследуемых видов продукции приоритетным веществом для расчёта удаляемого воздуха является ацетальдегид, его доля в структуре всех обнаруженных загрязнений составила: для сигарет — 56,27%, для ЭСДН — 62,7%, для ЭСНТ — 82,51%, в связи с чем его удельные значения могут быть использованы для расчёта расхода удаляемого воздуха при моделировании специально выделенного помещения, предназначенного для потребления табачных изделий и других видов никотинсодержащей продукции.

Заключение. Полученные данные продемонстрировали очевидную, более чем 10-кратную, разницу в требованиях к воздухообмену помещений, предназначенных для курения сигарет, и помещений, предназначенных для потребления ЭСДН или ЭСНТ, при равной интенсивности потребления. Поэтому при организации специально выделенных мест для курения или для потребления никотинсодержащей продукции целесообразно их разделение в зависимости от вида потребляемой продукции: отдельно курение табака, отдельно потребление ЭСДН и ЭСНТ.

Ключевые слова: антитабачное законодательство; окружающий табачный дым; специальные изолированные помещения; табачные изделия; никотинсодержащая продукция; электронные системы доставки никотина; электронные системы нагревания табака; кратность воздухообмена

Для цитирования: Якубова И.Ш., Зарицкая Е.В., Аликбаева Л.А., Иванова Е.В., Суворова А.В. Обоснование мероприятий по защите от воздействия никотинсодержащей продукции в замкнутых помещениях. *Гигиена и санитария*. 2021; 100(12): 1377-1384. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-12-1377-1384>

Для корреспонденции: Аликбаева Лилия Абулняимовна, доктор мед. наук, зав. кафедрой общей и военной гигиены ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова Минздрава России, 195067, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: alikbaeva@mail.ru

Участие авторов: Якубова И.Ш. — концепция и дизайн исследования, выбор аналитических методов, сбор и обработка экспериментальных материалов, первичная обработка и анализ результатов измерений, статистический анализ, литературный обзор, написание текста, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи; Зарицкая Е.В. — концепция и дизайн исследования, выбор аналитических методов, первичная обработка и анализ результатов измерений, сбор и обработка экспериментальных материалов, статистический анализ, утверждение окончательного варианта статьи; Аликбаева Л.А. — литературный обзор, написание текста, редактирование, ответственность за целостность всех частей статьи; Суворова А.В. — литературный обзор, редактирование; Иванова Е.В. — сбор и обработка экспериментальных материалов, статистический анализ.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Заключение этического комитета. Исследование с участием добровольцев одобрено Локальным Этическим комитетом ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова Минздрава России (протокол от 20.11.2019 г. № 11).

Поступила: 14.07.2021 / Принята к печати: 25.11.2021 / Опубликована: 30.12.2021

Irek Sh. Iakubova¹, Ekaterina V. Zaritskaya^{1,2}, Liliya A. Alikbaeva¹, Elena V. Ivanova², Anna V. Suvorova¹

Justification of measures to protect against exposure nicotine-containing products in enclosed spaces

¹I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, Saint-Petersburg, 195067, Russian Federation;

²North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg, 191036, Russian Federation

Introduction. The introduction of amendments and additions to the anti-smoking Federal Law No. 15-FZ of 23.02.2013 in 2020 contributed to the cardinal revision of the name of this law and the introduction of a ban on consumption of any nicotine-containing products in public places. There are no separate, specially allocated isolated premises provided for the consumption of tobacco products and other types of nicotine-containing products by law, even though specially conducted studies have shown significantly different levels of additional inhalation risk arising from air pollution when consuming tobacco products and electronic nicotine delivery systems or heating tobacco.

The aim of the study: based on experimental data, to justify the multiplicity of air exchange in unique isolated rooms designed to protect against the effects of ambient tobacco smoke, the consequences of tobacco consumption or nicotine-containing products.

Materials and methods. The study was subject to 3 types of nicotine-containing products: tobacco cigarettes (cigarettes), an electronic nicotine delivery system (ENDS) and an electronic tobacco heating system (ETHS). In the course of the study were carried out: a series of experiments on the consumption of nicotine-containing products in various ways in a specially equipped indoor room, air sampling and laboratory studies were performed, the gross and specific emissions of chemicals entering the air environment from one unit of production per hour were calculated, the selection of priority chemicals for calculating the air removed from the room when using nicotine-containing products of each type was carried out, the necessary level of air exchange of premises was calculated, intended for the consumption of tobacco or nicotine.

Results. The indoor air quality assessment showed that the main components of the gross intake into the air environment are suspended particles and carbon monoxide when smoking cigarettes. However, taking into account the values of the maximum permissible concentrations, the most significant contribution to the integral indicator is made by acetaldehyde and suspended particles PM_{10} and $PM_{2.5}$. Using ENDS, the most significant pollutants were acetaldehyde and carbon monoxide, using ETHS — acetaldehyde and suspended particles PM_{10} and $PM_{2.5}$. For all the investigation types of products, the priority substance for calculating the removed air is acetaldehyde, its share in the structure of all detected pollutants was: for cigarettes — 56.27%, for ENDS — 62.7%, for ETHS — 82.51%, in connection with which its specific values can be used to calculate the consumption of the removed air when modelling a specially allocated room intended for the consumption of tobacco products and other types of nicotine-containing products.

Conclusion. The obtained findings demonstrated an obvious, more than 10-fold difference in the requirements for air exchange of premises intended for cigarette smoking and premises intended for the consumption of ENDS or ETHS, at the same intensity of consumption. Therefore, when organizing specially designated places for smoking or the consumption of nicotine-containing products, it is advisable to separate them depending on the type of products consumed: tobacco smoking separately, ENDS and ETHS consumption separately.

Keywords: anti-smoking law; ambient tobacco smoke; special isolated rooms; tobacco products; nicotine-containing products; electronic nicotine delivery system; electronic tobacco heating system; the multiplicity of air exchange

For citation: Iakubova I.Sh., Zaritskaya E.V., Alikbaeva L.A., Ivanova E.V., Suvorova A.V. Justification of measures to protect against exposure nicotine-containing products in enclosed spaces. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2021; 100(12): 1377-1384. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-12-1377-1384> (In Russ.)

For correspondence: Lilia A Alikbaeva, MD, PhD, DSci., head. Department of General and Military Hygiene of the North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, 195067, Saint-Petersburg, Russian Federation. E-mail: alibabaeva@mail.ru

Information about the authors:

Iakubova I.Sh., <https://orcid.org/0000-0003-2437-1255>

Zaritskaya E.V., <https://orcid.org/0000-0003-2481-1724>

Alikbayeva L.A., <https://orcid.org/0000-0002-2266-5041>

Ivanova E.V., <https://orcid.org/0000-0001-9461-9979>

Suvorova A.V., <https://orcid.org/0000-0002-0990-8299>

Contribution: Iakubova I.Sh. — concept and research design, choice of analytical methods, primary processing and analysis of measurement results, literature review, collection and processing of experimental materials, statistical processing, writing text, editing, approval of the final version of the article; Zaritskaya E.V. — concept and research design, choice of analytical methods, primary processing and analysis of measurement results, collection and processing of experimental materials, statistical processing, approval of the final version of the article; Alikbaeva L.A. — literature review, writing text, editing, approval of the final version of the article; Suvorova A.V. — literature review, editing; Ivanova E.V. — collection and processing of experimental materials, statistical processing.

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

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Conclusion of the ethics committee. The study with the participation of volunteers was approved by the Local Ethics Committee of the North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov of the Ministry of Health of Russia (Protocol of November 20, 2019, No. 11).

Received: July 7, 2021 / Accepted: November 25, 2021 / Published: December 30, 2021

Введение

Внесение изменений в антитабачный Федеральный закон от 23.02.2013 г. № 15-ФЗ в 2020 г. способствовало кардинальной редакции не только названия этого закона, но и введению запрета на потребление любой никотинсодержащей продукции в общественных местах.

Вопросы охраны здоровья населения от воздействия табачного дыма и последствий потребления никотинсодержащей продукции по-прежнему остаются актуальными в связи с широкой распространённостью потребления табака и применением так называемых электронных сигарет: электронных систем доставки никотина (ЭСДН) и электронных систем нагревания табака (ЭСНТ) [1–11].

В соответствии с новой редакцией закона № 15-ФЗ¹ (от 31.07.2020 г. № 303-ФЗ) ограничительные меры, связанные с потреблением табачных изделий и альтернативных способов потребления табака или никотина, приведены в соответствии с требованиями Рамочной конвенции ВОЗ по борьбе против табака (РКБТ ВОЗ, 2005), которая является одним из самых широко признанных договоров в истории Организации Объединённых Наций. Рамочная конвенция ВОЗ² (РКБТ ВОЗ, 2005) является юридически обязывающим соглашением, требующим от стран-участниц реализации научно обоснованных и проверенных на практике мер по снижению потребления табака и ограждению людей от вредного воздействия табачного дыма. Мерами конвенции, необходимыми для сокращения потребления табака и защиты от воздействия вторичного табачного дыма, описаны основные законодательные элементы, которые обязывали «защищать всех людей от воздействия табачного дыма во всех закрытых общественных местах, закрытых рабочих помещениях, на всех видах общественного транспорта и, при необходимости, в других местах»².

Пунктом 2 статьи 12 закона № 15-ФЗ (в ред. Федерального закона от 31.07.2020 г. № 303-ФЗ) определён «Запрет курения табака или потребления никотинсодержащей продукции на отдельных территориях, в помещениях и на объектах», а также указано, что «допускается курение табака, потребление никотинсодержащей продукции или использование кальянов... в изолированных помещениях, которые оборудованы системами вентиляции и организованы на судах, находящихся в дальнем плавании, при оказании услуг по перевозкам пассажиров; <...> в изолированных помещениях общего пользования многоквартирных домов, которые оборудованы системами вентиляции; <...> в специально выделенных изолированных помещениях, которые оборудованы системами вентиляции и организованы в аэропортах в зонах, предназначенных для нахождения зарегистрированных на рейс пассажиров после проведения предполётного досмотра, и зонах, предназначенных для пассажиров, следующие транзитом, таким образом, чтобы была исключена возможность наблюдения за курением табака, потреблением никотинсодержащей продукции или использованием кальянов из других помещений».

Отдельных специально выделенных изолированных помещений, предусмотренных для потребления табачных изделий и других видов никотинсодержащих продуктов, законодательно не предусмотрено ни в Российской Федерации, ни за рубежом, несмотря на то, что специально проведёнными исследованиями показан существенно различный уровень добавочного ингаляционного риска, возникающего от загрязнения воздуха при потреблении табачных изделий и электронных систем доставки никотина или нагревания табака [12–16].

Выделение специальных зон для курящих предусмотрено законодательством многих стран, однако категория «помещения для курящих» была исключена из последней редакции стандарта Американского общества инженеров по отоплению, охлаждению и кондиционированию воздуха (ASHRAE³) и оставлена лишь в информационном приложении [17]. В данном приложении предлагается при проектировании вентиляции курительных комнат к базовым нормам воздухообмена для помещений определённой площади добавлять от 36 до 144 м³/ч расхода воздуха на человека – в зависимости от уровня загрузки помещения и количества выделяемого табачного дыма с целью компенсации обременительных неудобств (ассимиляция запахов) [17]. Также вводится ограничение для воздуха, забираемого из зон, отведённых для курения, он не может идти на рециркуляцию или перетекать в помещения для некурящих. Отсутствие требований по уровню воздухообмена курительных помещений как в США, так и в европейских странах связано с недостаточным научным обоснованием порогового уровня риска вдыхания табачного дыма из окружающей среды (пассивного курения) [18–23].

Необходимо отметить, что Минздрав России инициировал обсуждение в СМИ⁴ необходимость оборудования различных «курилок» в аэропортах для потребителей табачных изделий и электронных сигарет. Однако обоснование кратности воздухообмена и устройство специально выделенных помещений для курения в общественных местах как в научной литературе, так и в нормативно-методической документации представлено недостаточно, именно данное обстоятельство и определило цель настоящего исследования.

Цель исследования – на основании экспериментальных данных обосновать кратность воздухообмена в специально выделенных изолированных помещениях, предназначенных для защиты от воздействия окружающего табачного дыма, последствий потребления табака или никотинсодержащей продукции.

Материалы и методы

Проведено экспериментальное исследование по изучению воздуха замкнутого помещения, загрязнённого продуктами употребления табачных сигарет, ЭСДН и ЭСНТ с участием добровольцев. Для проведения серии экспериментов с группами потребителей продукции и контрольными группами некурящих в условиях замкнутого неветилируемого пространства использовано специально подготовленное помещение объёмом 40,55 м³. Каждый эксперимент имел продолжительность 4,5 ч, во время которого добровольцами употреблено 18 единиц продукции одного вида. Исследование с участием добровольцев одобрено Локальным Этическим комитетом ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова Минздрава России (протокол от 20.11.2019 г. № 11).

Загрязнение воздуха в ходе эксперимента происходило за счёт выдыхаемого курильщиками воздуха и загрязнений, поступающих от тления или нагревания табака и никотина. В течение 4,5 ч эксперимента никто из участников не покидал помещение, проветривание помещения также не проводилось. В ходе каждого исследования выполняли отбор проб воздуха и инструментальные измерения параметров микроклимата в помещении в течение всего периода эксперимента четырёхкратно: фоновый, через 1,5; 3 и 4,5 ч. В конце каждого эксперимента отбирали пробу воздуха «неизвестного состава». После каждого эксперимента помещение интенсивно вентилировалось, проводили обработку поверхностей спиртовым раствором с последующим смыванием водой. Промежуток между экспериментами – 3–5 дней. Проведены лабораторные исследования отобранных в ходе эксперимента проб воздуха на содержание 14 целевых показателей: никотина, ацетальдегида, акролеина, кротонового альдегида, формальдегида, акрилонитрила, бензола, 1,3-бутадиена,

¹ Федеральный закон от 23.02.2013 г. № 15-ФЗ «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма, последствий потребления табака или потребления никотинсодержащей продукции».

² Рамочная конвенция ВОЗ по борьбе против табака. Доступно: https://www.tobaccofreekids.org/assets/global/pdfs/ru/tobacco_control_treaty_ru.pdf

³ «ASHRAE Standard. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality» («Вентиляция для обеспечения приемлемого качества воздуха»).

⁴ Доступно: <https://www.rbc.ru/rbcfreenews/5f15eb8c9a79475505b0cd68>

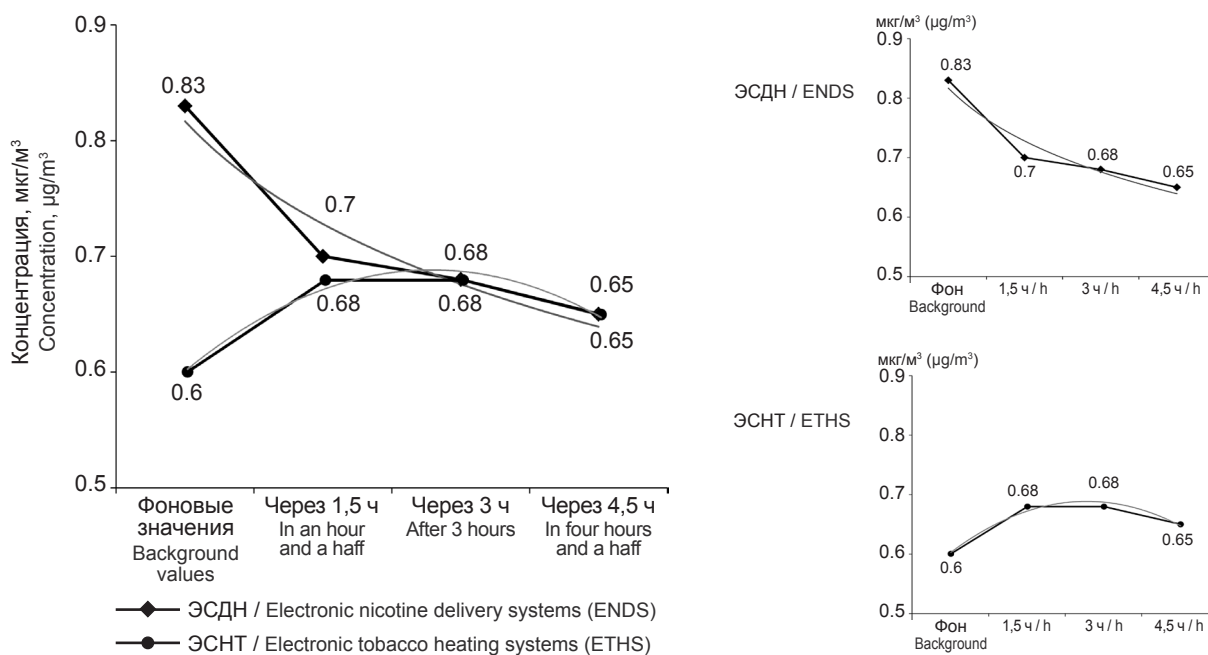


Рис. 1. Динамика концентрации никотина в воздухе при потреблении ЭСДН и ЭСНТ.

Fig. 1. Dynamics of the nicotine concentration under using ENDS and ETHS.

изопрена, толуола, монооксида углерода (CO), диоксида углерода (CO₂), оксида азота (NO), диоксида азота (NO₂) и взвешенные частицы (PM_{2,5} и PM₁₀) [23].

Все исследования проведены на базе аккредитованного лабораторного центра ХАЦ «Арбитраж» в соответствии с требованиями действующих нормативно-методических документов⁵.

Необходимо отметить, что особенностью никотина являются низкие концентрации физиологического воздействия, что представляет сложности для лабораторного определения данного вещества в воздухе. В связи с отсутствием ПДК_{атм} для никотина (нормированию подлежит пыль выбросов табачных фабрик в пересчёте на никотин с содержанием никотина до 2,7%) полученные в ходе эксперимента концентрации сравнивали с фоновыми измерениями в группе некурящих (контроль).

На основании результатов лабораторных исследований, полученных в ходе эксперимента [16], проведён расчёт валовых выделений химических веществ, поступающих в воздушную среду из одной единицы продукции (одна сигарета, один сеанс использования ЭСДН, один табачный стик ЭСНТ).

Для расчётов выделений вещества в воздух помещения из одной единицы продукции (M , мг/м³ в час) использовали формулу (1):

$$M = ((C_{4,5} - C_{\text{cont}_{4,5}} - (C_{\text{bkgd}} - C_{\text{cont}_{\text{bkgd}}})) \cdot 40,55) / 18 \cdot 4,5, \quad (1)$$

где $C_{4,5}$ – концентрация вещества через 4,5 ч эксперимента в испытуемой группе; $C_{\text{cont}_{4,5}}$ – концентрация вещества через

4,5 ч эксперимента в контрольной группе; C_{bkgd} – фоновая концентрация вещества на момент начала эксперимента в испытуемой группе; $C_{\text{cont}_{\text{bkgd}}}$ – фоновая концентрация вещества на момент начала эксперимента в контрольной группе; 40,55 – объём помещения, м³; 18 – число единиц продукции, употреблённых испытуемыми за 4,5 ч эксперимента; 4,5 ч – время эксперимента.

Определение необходимого объёма удаляемого воздуха проводили по Своду правил. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха⁶.

Для обеспечения допустимой концентрации выделяющихся в помещение вредных или взрывопожароопасных веществ расчёт требуемого количества приточного воздуха $L_{n,\text{вп}}$ выполняли по массе выделяющихся вредных или взрывопожароопасных веществ по формуле (2):

$$L_{n,\text{вп}} = \frac{M_{n,\text{вп}}}{C_{n,\text{вп}} - C_{0,\text{вп}}} \quad (2)$$

где $M_{n,\text{вп}}$ – количество поступающего в n -е помещение вредного выделения, мг/ч; $C_{n,\text{вп}}$ – предельно допустимая концентрация вредного выделения в воздухе n -го помещения, мг/м³; $C_{0,\text{вп}}$ – концентрация вредного выделения в приточном воздухе, мг/м³.

Для выполнения расчётов удаляемого воздуха при организации систем вентиляции в курительных комнатах определены приоритетные химические вещества, выбор которых основывался на расчётах потенциальной опасности каждого компонента табачного дыма на основе расчётных величин удельных выделений загрязнений на единицу продукции в мг/м³ в час (M) и значений предельно допустимых концентраций (ПДК) веществ в атмосферном воздухе. Интегральный показатель значимости вещества с точки зрения риска для здоровья определялся отношением этих величин – $M/\text{ПДК}$.

Для обработки полученных результатов использовали программу IBM SPSS Statistics, v. 22.

⁶ «СП 60.13330.2016. Свод правил. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003» (утв. Приказом Минстроя России от 16.12.2016 г. № 968/пр) (ред. от 22.01.2019 г.).

⁵ 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 населённых мест и рабочей зоне методом ВЭЖХ с использованием активного пробоотбора», РД 52.04.830-2015 «Массовая концентрация взвешенных частиц PM₁₀ и PM_{2,5} 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 ВВНИИМ им. Д.И. Менделеева» № 01-07.

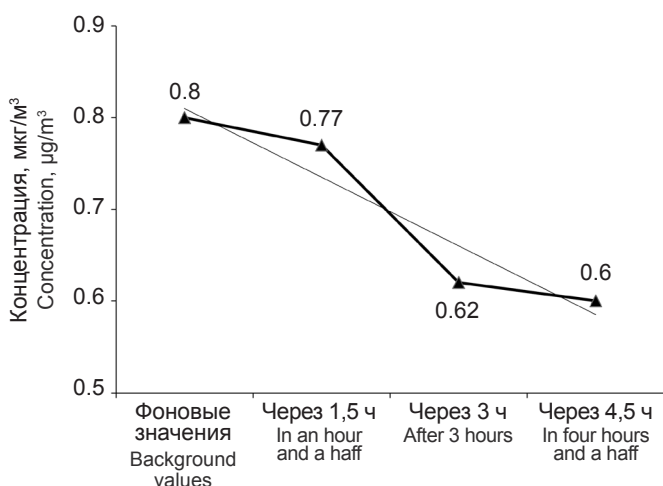


Рис. 2. Динамика концентрации никотина в контрольной группе.

Fig. 2. Dynamics of nicotine concentration in the control group.

Результаты

Динамика концентраций никотина в ходе эксперимента показывает интенсивный рост содержания данного вещества в замкнутом помещении с первых минут начала процесса курения сигарет и максимальное увеличение его концентрации более чем в 18 раз через 4,5 ч потребления, тогда как при употреблении ЭСДН и ЭСНТ концентрации никотина на протяжении всего эксперимента оставались практически неизменными ($p \geq 0,05$) и сопоставимыми с концентрациями в контрольной группе. Результаты измерений фоновых значений концентраций никотина в воздухе экспериментального помещения в контрольной группе и перед употреблением всех видов содержащей никотин продукции не имели значительных отличий и согласуются внутри заявленной погрешности измерений (24%) (рис. 1–3).

Несмотря на значимость данного загрязнения, медианное значение его по сравнению с другими загрязнениями невелико, концентрации никотина были ниже, чем содержание бензола, фенола и сопоставимы с содержанием акролеина [16, 23].

По остальным 13 загрязнениям: ацетальдегид, акролеин, кротонный альдегид, формальдегид, акрилонитрил, бензол, 1,3-бутадиен, изопрен, толуол, монооксид углерода (CO), диоксид углерода (CO₂), оксид азота (NO), диоксид азота (NO₂) и взвешенные частицы (PM_{2,5} и PM₁₀) ПДК в атмосферном воздухе установлены, что позволило определить их удельную значимость в структуре всех загрязнений.

В таблице представлены расчётные данные по концентрациям загрязнений в мг/м³ в час при потреблении разных видов табачных и никотинсодержащих продуктов в пересчете на 1 единицу продукта. Оценка качества воздуха помещений показала, что при курении сигарет основными компонентами валового поступления в воздушную среду являются взвешенные частицы и оксид углерода. Однако с учётом значений предельно допустимых концентраций наибольший вклад в интегральный показатель вносят ацетальдегид и взвешенные частицы PM₁₀ и PM_{2,5}. При использовании ЭСДН наиболее значимыми загрязнениями являлись ацетальдегид и оксид углерода, а при использовании ЭСНТ – ацетальдегид и взвешенные частицы PM₁₀ и PM_{2,5}.

Таким образом, для всех исследуемых видов продукции приоритетным веществом для расчёта удаляемого

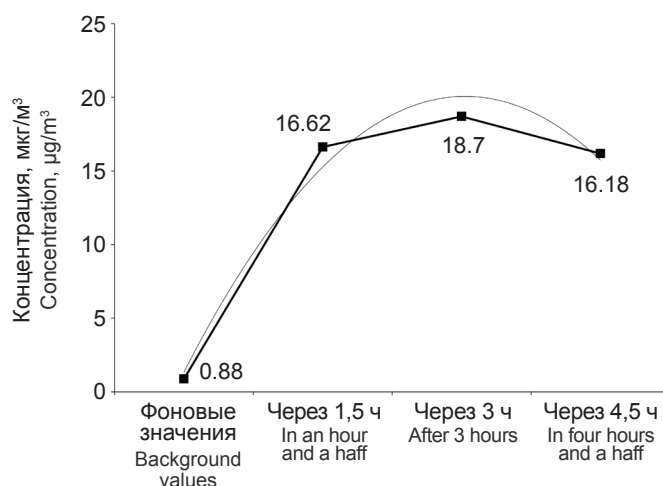


Рис. 3. Динамика концентрации никотина при курении сигарет.

Fig. 3. Dynamics of the nicotine concentration nicotine under smoking cigarettes.

воздуха (расхода) является ацетальдегид, его доля в структуре всех обнаруженных загрязнений составила: для сигарет – 56,27%, для ЭСДН – 62,7%, для ЭСНТ – 82,51% (см. таблицу).

Установление приоритетного загрязнения позволило рассчитать требуемый объемный расход наружного воздуха, используемого в качестве приточного, гарантирующий удаление всех остальных загрязнений.

С учётом этого расчёт требуемого количества приточного воздуха для этих видов продукции можно представить следующим образом:

$$L = (M_{n,вр} \cdot N) / C_{n,вр}, \quad (3)$$

где $M_{n,вр}$ – количество выделяющегося в помещении ацетальдегида, мг/ч; N – количество сигарет, выкуриваемых в час, или ЭСДН или ЭСНТ, потребляемых в час; $C_{n,вр}$ – предельно допустимая концентрация ацетальдегида, мг/м³.

Проведённые расчёты показывают, что количество приточного воздуха при условии потребления 1 единицы продукции должно составлять:

$$L_{сиг} = (0,158 \cdot N) / 0,01 = 15,8 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{ЭСДН} = (0,013 \cdot N) / 0,01 = 1,3 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{ЭСНТ} = (0,011 \cdot N) / 0,01 = 1,1 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Обсуждение

Полученные результаты свидетельствуют о том, что курение сигарет приводит к значительному загрязнению воздуха закрытых помещений и может быть риском для здоровья окружающих [12]. Несмотря на то что потребление никотина и табака с использованием электронных сигарет в общественных местах законодательно находится также под запретом, тем не менее к числу подверженных влиянию окружающего табачного дыма следует отнести также и потребителей ЭСДН и ЭСНТ.

При проектировании систем вентиляции изолированных специально выделенных помещений в качестве зон для курения в замкнутых пространствах (аэропорты, суда дальнего плавания и пр.) необходимо учитывать, что для удаления загрязнений, образующихся в процессе курения табака, потребуется более чем в 10 раз больший расход наружного воздуха, чем при потреблении ЭСДН и ЭСНТ. Данные обстоятельства являются важным аргументом для

Приоритетные химические вещества, выбранные для расчёта удаляемого воздуха (расхода) из помещения при курении сигарет, потреблении ЭСДН, ЭСНТ

Priority chemicals selected for calculating the removed air (flow rate) from the room when smoking cigarettes, consuming an electronic nicotine delivery system (ENDS) and an electronic tobacco heating system (ETHS)

Определяемые химические вещества Determined chemicals	Курение сигарет Smoking				Потребление ЭСДН Using ENDS				Потребление ЭСНТ Using ETHS			
	<i>M</i>	ПДК MPC	М/ПДК M/MPC	Доля вклада The share of the contribution	<i>M</i>	ПДК MPC	М/ПДК M/MPC	Доля вклада The share of the contribution	<i>M</i>	ПДК MPC	М/ПДК M/MPC	Доля вклада The share of the contribution
Азот (II) оксид (NO) Nitrogen (II) oxide (NO)	0.13	0.4	0.325	1.15	0.006	0.4	0.015	0.72	–	0.4	–	–
1,3-бутадиен 1,3 Butadiene	0.047	3	0.016	0.06	0.001	3	0.0003	0.01	–	3	–	–
Акрилонитрил Acrylonitrile	0.013	0.03	0.433	1.60	–	0.03	–	–	–	0.03	–	–
Акролеин Acrolein	0.004	0.03	0.133	0.59	0.006	0.03	0.2	9.6	–	0.03	–	–
Ацетальдегид Acetaldehyde	0.158	0.01	15.8	56.27	0.013	0.01	1.3	62.7	0.011	0.01	1.09	82.51
Бензол Benzene	0.013	0.3	0.043	0.15	–	0.3	–	–	–	0.3	–	–
Взвешенные частицы PM ₁₀ Suspended particles PM ₁₀	0.85	0.3	2.83	10.17	0.017	0.3	0.057	2.8	0.028	0.3	0.09	6.81
Взвешенные частицы PM _{2,5} Suspended particles PM _{2,5}	0.85	0.16	5.31	19.04	0.010	0.065	0.154	7.4	0.019	0.16	0.117	8.86
Изопрен Isoprene	0.46	0.5	0.92	3.30	0.015	0.5	0.03	1.5	0.012	0.5	0.024	1.82
Кротоновый альдегид Crotonic aldehyde	0.004	0.025	0.16	0.79	–	0.025	–	–	–	0.025	–	–
Толуол Toluene	0.024	0.6	0.04	0.15	0.003	0.6	0.005	0.24	–	0.6	–	–
Оксид углерода (CO) Carbon oxide (CO)	6.14	5	1.23	4.41	1.068	5	0.214	10.3	–	5	–	–
Формальдегид Formaldehyde	0.033	0.05	0.66	2.32	0.005	0.05	0.098	4.7	–	0.05	–	–

Примечание. *M* – удельные выделения, мг/м³ в час в пересчёте на 1 единицу продукции; ПДК – максимальные разовые, установленные для атмосферного воздуха населённых мест (СанПиН 1.2.3685-21); М/ПДК – интегральный показатель; доля вклада – доля вклада в суммарный интегральный показатель (%).

Note. *M* – Specific emissions, mg/m³ per hour per unit of production; MPC – maximum one-time, established for atmospheric air in populated areas (SanPiN 1.2.3685-21); M/MPC – integral index; The share of the contribution – the share of the contribution to the total integral index (%).

рекомендаций по разделному оборудованию специальных помещений для курения табака и потребителей ЭСДН и ЭСНТ.

Как в России, так и за рубежом предложено придерживаться следующих значений загрузки помещения: 0,7 человека на 1 м² площади курительной комнаты при среднем количестве выкуриваемых сигарет в час 3–4 [17, 19]. При условии общей площади такого помещения в 10 м² можно ожидать количество выкуриваемых сигарет в час – 56 штук, в этом случае расход наружного приточного воздуха должен составлять 884,8 м³ в час. Если принять высоту курительной комнаты 3 м, то кратность воздухообмена должна составить 29,5, что, естественно, будет создавать большой дискомфорт нахождения в помещении, поскольку рекомендуемая максимальная кратность воздухообмена

в помещениях, оборудованных принудительной приточно-вытяжной вентиляцией, не должна превышать 10–16 раз. По мнению целого ряда исследователей, наиболее оптимальным устройством приточно-вытяжной вентиляции в курительных помещениях является организация притока в нижнюю зону помещения и организация вытяжки за счёт вытеснения воздуха в верхней зоне с её преобладанием в объёме 10–15% [19–22].

Заключение

Полученные данные продемонстрировали очевидную, более чем 10-кратную, разницу в требованиях к воздухообмену помещений, предназначенных для курения сигарет, и помещений, предназначенных для потребления ЭСДН или

ЭСНТ, при равной интенсивности потребления. Поэтому при организации специально выделенных мест для курения табачных изделий или для потребления никотинсодержащей продукции целесообразно их разделение в зависимости от вида потребляемой продукции: отдельно курение табака, отдельно потребление ЭСДН и ЭСНТ.

Законодательно введённый запрет на потребление разных видов табака и никотинсодержащей продукции в общественных местах, включая жилые и общественные

здания, является важнейшей профилактической мерой защиты некурящего населения от окружающего дыма и последствий потребления никотинсодержащей продукции. Отмечающийся рост распространённости вейпинга среди молодёжи и отсутствие нормативной правовой базы, регламентирующей требования к изолированным помещениям для курения, могут способствовать дополнительному риску для здоровья для данной категории населения от воздействия окружающего табачного дыма.

ЛИТЕРАТУРА

(п.п. 13–15 см. References)

- ВОЗ. Доклад ВОЗ о глобальной табачной эпидемии, 2017. Мониторинг употребления табака и профилактическая политика. Доступно: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/258555/WHO-NMH-PND-17.4-rus.pdf?sequence=1>
- ВОЗ. Электронные системы доставки никотина и электронные системы доставки продуктов, не являющихся никотином (ENDS/ENNDS). Отчёт. Дели, Индия; 2017. Доступно: <https://www.who.int/tobacco/communications/statements/electronic-cigarettes-january-2017/en>
- Зубайрова Л.Д., Зубайров 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 (Иркутск)*. 2015; 137(6): 11–6.
- Похазникова М.А., Кузнецова О.Ю., Лебедев А.К. Распространённость пассивного курения и других факторов риска хронической обструктивной болезни легких в Санкт-Петербурге. *Российский семейный врач*. 2015; 19(1): 21–8.
- 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; 14(11): 52–6.
- Титова О.Н., Куликов В.Д., Суховская О.А. Пассивное курение и болезни органов дыхания. *Медицинский альянс*. 2016; (3): 73–7.
- 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*. Пенза; 2017: 188–92.
- Валова А.В., Гарилова Р.Н., Попова О.Ю., Цапков 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, посвященной 30-летию Кировского ГМУ*. Киров; 2017: 31–4.
- Дзюбайло А.В., Лотков В.С., Бабанов С.А., Дудинцева Н.В. Оценка взаимосвязи степени никотиновой зависимости и стажа курения. *Санитарный врач*. 2019; (1): 57–63.
- Салагай О.О., Сахарова Г.М., Антонов Н.С. Электронные системы доставки никотина и нагревания табака (электронные сигареты): обзор литературы. *Наркология*. 2019; 18(9): 77–100. <https://doi.org/10.25557/1682-8313.2019.09.77-100>
- Зарицкая Е.В., Якубова И.Ш. Оценка риска здоровью от загрязнения воздуха закрытых помещений никотинсодержащими продуктами. В кн.: *Профилактическая медицина-2020: Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Часть I*. СПб.; 2020: 153–8.
- 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): 638–44. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-6-638-644>
- Бродач М.М., Бронсема Б., Наумов А.Л., Першин А.Н. Зоны для курения. *Проектирование системы вентиляции*. М.: АВОК-Пресс; 2013.
- Организация зоны для курения в вестибюле. Пример проекта. *АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика*. 2015; (6): 40–5.
- Бродач М.М., Шонина Н.А. Проектирование системы вентиляции зон для курения. *АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика*. 2013; (2): 32–8.
- Vergani C. Зоны для курения. Проектирование систем вентиляции. *АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика*. 2004; (1): 42–8.
- Bronsema B. Вентиляция и курение. Контроль за качеством воздуха. *АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика*. 2006; (4): 60–70.
- ББК-Импульс. Вентиляция в курительной комнате. Доступно: <https://bbk-impuls.ru/?page=7&topic=21>
- 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. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-6-682-687>

REFERENCES

- WHO. WHO Report on the Global Tobacco Epidemic, 2017. Monitoring Tobacco Use and Prevention Policies. Available at: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/255874/9789241512824-eng.pdf?sequence=1>
- WHO. Electronic Nicotine Delivery Systems and Electronic Nicotine Delivery Systems (ENDS/ENNDS). Report. Delhi, India; 2017. <https://www.who.int/tobacco/communications/statements/electronic-cigarettes-january-2017/en>
- Zubairova L.D., Zubairov D.M. Smoking as a risk factor for cardiovascular diseases. *Kazanskii meditsinskiy zhurnal*. 2006; 87(5): 369–73. (in Russian)
- Krasnova Yu.N. Effects of tobacco smoking on the respiratory system. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal (Irkutsk)*. 2015; 137(6): 11–6. (in Russian)
- 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. *Rossiyskiy semeynyy vrach*. 2015; 19(1): 21–8. (in Russian)
- Zavel'skaya A.Ya., Syrtsova L.E., Levshin V.F. Passive smoking and the risk of cervical cancer. *Narkologiya*. 2015; 14(11): 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)
- Shpak E.I., Galkin A.N., Udaltsova E.V., Gerasimova T.V. The influence of smoking classic, electronic cigarettes and hookahs on the human body, including the oral cavity. In: *Actual Problems of Medical Science and Education. Collection of Articles of the VI International Scientific Conference [Aktual'nye problemy meditsinskoy nauki i obrazovaniya. Sbornik statey VI Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii]*. Penza; 2017: 188–92. (in Russian)
- Valova A.V., Garipova R.N., Popova O.Yu., Tsapkov P.I. Study of the influence of the main components of electronic cigarettes on the human body. In: *Actual Problems of the Consumer Market for Goods and Services. Materials of the IV International Correspondence Scientific and Practical Conference Dedicated to the 30th anniversary of the Kirov State Medical University [Aktual'nye problemy potrebitel'skogo rynka tovarov i uslug. Materialy IV mezhdunarodnoy zaochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 30-letiyu Kirovskogo GМУ]*. Kirov; 2017: 31–4. (in Russian)
- Dzyubaylo A.V., Lotkov V.S., Babanov S.A., Dudintseva N.V. Assessment of the correlation between the degree of nicotine addiction and smoking history. *Sanitarnyy vrach*. 2019; (1): 57–63. (in Russian)
- Salagay O.O., Sakharova G.M., Antonov N.S. Electronic nicotine delivery and tobacco heating systems (e-cigarettes): literature review. *Narkologiya*. 2019; 18(9): 77–100. <https://doi.org/10.25557/1682-8313.2019.09.77-100> (in Russian)
- Zaritskaya E.V., Yakubova I.Sh. Assessment of health risks from indoor air pollution with nicotine-containing products. In: *Preventive Medicine-2020: Collection of Scientific Papers of the All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation. Part I [Profilakticheskaya meditsina-2020: Sbornik nauchnykh trudov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. Chast' I]*. St. Petersburg; 2020: 153–8. (in Russian)
- Mitova M.I., Campelos P.B., Goujon-Ginglinger C.G., Maeder S., Motier N., Rouget E.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. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2016.06.005>
14. Smith M.R., Clark B., Lüdicke F., Schaller J.P., Vanscheeuwijck P., Hoeng J., 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): S17–26. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2016.07.006>
 15. St Helen G., Jacob III P., Nardone N., Benowitz N.L. IQOS: examination of Philip Morris International's claim of reduced exposure. *Tob. Control.* 2018; 27(Suppl. 1): s30–6. <https://doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2018-054321>
 16. Zaritskaya E.V., Yakubova I.Sh., Mikheeva A.Yu., Alikbaeva L.A. Hygienic assessment of the chemical composition of pollutants formed during various methods of consumption of nicotine-containing products. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2020; 99(6): 638–44. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-6-638-644> (in Russian)
 17. Brodach M.M., Bronsema B., Naumov A.L., Pershin A.N. *Smoking Areas. Ventilation System Design [Zony dlya kureniya. Proektirovanie sistemy ventilatsii]*. Moscow: AVOK-Press; 2013. (in Russian)
 18. Organization of a smoking area in the lobby. Example of a project. *AVOK: Ventilyatsiya, otoplenie, konditsionirovanie vozdukh, teplosnabzhenie i stroitel'naya teplofizika*. 2015; (6): 40–5. (in Russian)
 19. Brodach M.M., Shonina N.A. Design of ventilation zones for smoking. *AVOK: Ventilyatsiya, otoplenie, konditsionirovanie vozdukh, teplosnabzhenie i stroitel'naya teplofizika*. 2013; (2): 32–8. (in Russian)
 20. Vergani C. Smoking areas. Design of ventilation systems. *AVOK: Ventilyatsiya, otoplenie, konditsionirovanie vozdukh, teplosnabzhenie i stroitel'naya teplofizika*. 2004; (1): 42–8. (in Russian)
 21. Bronsema B. Ventilation and smoking. Air quality control. *AVOK: Ventilyatsiya, otoplenie, konditsionirovanie vozdukh, teplosnabzhenie i stroitel'naya teplofizika*. 2006; (4): 60–70. (in Russian)
 22. BBK-Impuls. Ventilation in the smoking room. Available at: <https://bbk-impuls.ru/?page=7&topic=21> (in Russian)
 23. Markova O.L., Kir'yanova M.N., Ivanova E.V., Zaritskaya E.V. Ways for minimizing the negative effect of tobacco aerosol components during passive smoking. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2019; 98(6): 682–7. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-6-682-687> (in Russian)