

Усовершенствование методики определения никотина в некурительных табачных изделиях

Наталья Н. Бубнова	¹	strekoza242@yandex.ru	 0000-0002-6422-8093
Марина В. Шкидюк	¹	tabak.technolog@rambler.ru	 0000-0001-8363-580X
Софья В. Гвоздецкая	¹	gvozdetskayasofa@mail.ru	 0000-0002-0709-7568
Никита В. Кузнецов	²	2623398@gmail.com	 0009-0002-3382-0016

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий, ул.Московская, 42, Краснодар, 350072, Россия

² Кубанский государственный технологический университет, ул.Московская, 2, Краснодар, 350072, Россия

Аннотация. Актуальность исследований определяется введением нормирования содержания никотина в некурительных табачных изделиях, не превышающим 10 мг/изделие в соответствии с положением, закрепленном в Изменении от 8 августа 2024 года к Федеральному Закону № 268-ФЗ «Технический регламент на некурительную табачную продукцию». Официальная методика ВОЗ SOP 12 устанавливает порядок определения содержания никотина в некурительных табачных изделиях методом ГХ-ПИД, однако, методика не учитывает конструктивные особенности продукта и не позволяет проводить расчет содержания никотина в мг/изделие. Цель работы - усовершенствование методики определения никотина в некурительных табачных изделиях в разделе процедуры подготовки пробы к анализу и представления результата измерений. Объектами исследований являлись коммерческие образцы некурительной табачной продукции, закупленные в торговой сети РФ. Для количественного определения никотина применен метод газовой хроматографии в изотермическом режиме с последующим детектированием и обработкой полученных данных программным обеспечением. Исследования проводились на аппаратно-программном комплексе (Россия) включающим газовый хроматограф «Хроматэк - Кристалл 5000». Разработан способ пробоподготовки образцов некурительных табачных изделий в порционной упаковке; разработан математический алгоритм пересчета содержания никотина на массу изделия. Экспериментально установлено, что массовая доля никотина в исследуемых образцах составляет (1,1 - 10,2) мг/изделие. Способ пробоподготовки и алгоритм пересчета включены в «Методику измерений массовой доли никотина в некурительных табачных изделиях газохроматографическим методом», установлены значения показателей повторяемости, воспроизводимости, правильности, точности методики при принятой вероятности $P = 0,95$. Диапазон измерений массовой доли никотина в некурительных табачных изделиях 1,73 – 71,1 мг/г. Свидетельство об аттестации методики измерений № 004-01.00281-2013-2026 от 21.04.2026, ФР.1.31.2026.53961 от 03.06.2026. Методика применима для проведения судебных, контрольных и сертификационных испытаний некурительной табачной продукции.

Ключевые слова: некурительные табачные изделия, табак жевательный, никотин, метод газовой хроматографии, экстракция, реактивы, газ-носитель, стандартное вещество.

Improving the methodology for determining nicotine in non-smoking tobacco products

Natalya N. Bubnova	¹	strekoza242@yandex.ru	 0000-0002-6422-8093
Marina V. Shkidnyuk	¹	tabak.technolog@rambler.ru	 0000-0001-8363-580X
Sofia V. Gvozdetskaya	¹	gvozdetskayasofa@mail.ru	 0000-0002-0709-7568
Nikita V. Kuznetsov	²	2623398@gmail.com	 0009-0002-3382-0016

¹ All-Russian Scientific Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products, 42, Moscovskaja street, Krasnodar, 350072, Russia

² Kuban State Technological University, 2, Moscovskaya street, Krasnodar, 350072, Russia

Abstract. The relevance of the research is determined by the introduction of a regulation of the nicotine content in non-smoking tobacco products, which should not exceed 10 mg/product, in accordance with the thesis of Federal Law No. 268-FZ "Technical Regulations of Non-Smoking Tobacco Products" as amended on August 8, 2024. The official WHO SOP 12 method establishes the procedure for determining the nicotine content in non-smoking tobacco products using the GC-FID method, but the method does not take into account the design features of the product and does not allow for calculating the nicotine content in mg/product. The purpose of this work is to improve the method for determining nicotine in non-smoking tobacco products in the section of sample preparation for analysis and reporting the measurement results. The objects of the research were commercial samples of non-smoking tobacco products purchased in the retail of the Russian Federation. To determine nicotine, the method of gas chromatography in isothermal mode was used, followed by detection and processing of the obtained data using software. The studies were carried using a hardware and software complex based on a chromatograph with a flame ionization detector, the «Chromatek-Kristall 5000» (Russia). A method for sample preparation of non-smoking tobacco products in portioned packaging has been developed; a mathematical algorithm for converting the nicotine content to the mass of a non-smoking tobacco product has been developed. It has been experimentally established that the mass concentration of nicotine in the studied commercial samples of non-smoking tobacco products is 1.1 – 10.2 mg/product. The method of sample preparation and the algorithm for converting to product weight are included in the "Method for Measuring the Mass Fraction of Nicotine in Non-Smoking Tobacco Products by Gas Chromatography," The values for repeatability, reproducibility, trueness, and precision of the method have been established at a probability level of $P = 0.95$. The measurement range for the mass fraction of nicotine in non-combustible tobacco products is 1.73–71.1 mg/g. Certificate of Attestation of the Measurement Method No. 004-01.00281-2013-2026 dated 21.04.2026, ФР.1.31.2026.53961 dated 03.06.2026. The method is applicable for conducting judicial, control, and certification tests of non-smoking tobacco products.

Keywords: non-smoking tobacco products, chewing tobacco, nicotine, gas chromatography method, extraction, reagents, carrier gas, standard substance.

Для цитирования

Бубнова Н.Н., Шкидюк М.В., Гвоздецкая С.В., Кузнецов Н.В. Усовершенствование методики определения никотина в некурительных табачных изделиях // Вестник ВГУИТ. 2026. Т. 88. № 3. С. 31–37. doi:10.20914/2310-1202-2026-3-31-37

For citation

Bubnova N.N., Shkidnyuk M.V., Gvozdetskaya S.V., Kuznetsov N.V. Improving the methodology for determining nicotine in non-smoking tobacco products. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2026. vol. 88. no. 3. pp. 31–37. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2026-3-31-37

Введение

ВОЗ отмечает значительный рост распространения некурительной табачной продукции, как способа потребления никотина с потенциально возможным снижением фактического риска [1]. Негативное влияние табачной продукции на организм потребителя подтверждено мировыми исследованиями [2–7]. Значительным препятствием для контроля безопасности некурительной продукции является отсутствие стандартизованных методик испытаний (анализа) [8].

Исследования ФГБНУ ВНИИГТИ [2, 8–10] соотносятся с международными работами [11–15]. Количественное определение токсических компонентов в некурительных продуктах зависит как от метода, так и от аналитического оборудования, используемого в исследованиях [8, 14, 16–19]. Значительный разброс экспериментальных данных указывает на необходимость регулярного контроля некурительной табачной продукции.

Актуальность настоящих исследований определяется введением ограничений по содержанию никотина, как основного токсического компонента [8, 9], в некурительной табачной продукции. В соответствии с Федеральным Законом № 268-ФЗ «Технический регламент на некурительную табачную продукцию» (Изменение от 08.08.2024 г.) [20], содержание никотина не должно превышать 10 мг на одно изделие.

Официальная методика ВОЗ SOP 12 (WHO TobLabNet Official Method SOP12) [21], используемая в исследованиях, устанавливает порядок определения содержания никотина в некурительных табачных изделиях методом ГХ-ПИД, однако, методика не учитывает конструктивные особенности продукта и не позволяет проводить расчет содержания никотина в мг/изделие.

Цель работы – усовершенствование методики определения никотина в некурительных табачных изделиях в разделе процедуры подготовки пробы к анализу и представления результата измерений.

Задачами данного исследования являются:

- оптимизация способа подготовки пробы для анализа методом ГХ-ПИД в табачных продуктах в порционной упаковке;
- определение алгоритма пересчета содержания никотина на массу некурительного табачного изделия для обеспечения соответствия требованиям Технического регламента [20].

Материалы и методы

Объектами исследований являлись 15 коммерческих образцов некурительных табачных изделий (табак жевательный) различных торговых марок (№ 1–15), закупленные в розничной торговой сети РФ. В соответствии с политикой конфиденциальности компаний-

производителей табачных изделий, приняты условные обозначения объектов исследования.

Для определения содержания никотина в тест-образцах, применен метод газовой хроматографии в изотермическом режиме с последующим детектированием и обработкой полученных данных программным обеспечением. Исследования проводились на аппаратно-программном комплексе (Россия) включающем: газовый хроматограф «Хроматэк – Кристалл 5000»; детектор пламенно-ионизационный (ПИД-2); колонку капиллярную CR-WAXms; дозатор автоматический жидкостный ДАЖ-2М (А); персональный компьютер FORT DIALOGUE; программное обеспечение (ПО) «Хроматэк Аналитик 3,0».

Газохроматографическое определение проводилось при следующих условиях: капиллярная колонка CR-WAXms 30 м* 0,32 мм × 0,50 мкм; газ-носитель – гелий (CAS:7440–59–7); изотермический режим – температура колонки 155 °С; температура ПИД – 300 °С.

Результаты и обсуждение

При проведении исследований по усовершенствованию методики SOP 12 [21], применимой для измерения никотина в некурительных продуктах, необходимо внесение изменений в пункты «Подготовка к выполнению измерений» и «Обработка и оформление результатов измерений».

Для обеспечения максимальной полноты экстракции никотина и получения воспроизводимых результатов анализа методом ГХ-ПИД, проведена оптимизация способа подготовки пробы к анализу. Разработан пошаговый алгоритм пробоподготовки:

- **Отбор и взвешивание:** отбирается проба для испытаний, состоящая из 100 изделий в порционной упаковке. Рассчитывается средняя масса одного изделия (M_{cp}). Методом случайного отбора, отбирается изделие и взвешивается с точностью до 0,001 г., фиксируется масса пробы (m).

- **Экстракция и разделение фаз:** проба (содержимое и обертка) помещается в колбу и добавляется фиксированный объем дистиллированной воды, экстрагента (органический растворитель гексан (CAS: 110–54–3) с добавлением внутреннего стандарта (хинальдин (CAS: 91–63–4), и щелочного раствора (раствор NaOH) для перевода никотина в форму свободного основания. Смесь подвергается встряхиванию на устройстве LOIP LS-120 в течение (60 ± 2) мин; затем выдерживается 20 мин для видимого расслоения фаз.

- **Отбор пробы:** Верхний органический слой отбирается пипеткой. Аликвота (1 мкл) автоматически вводится в испаритель газового хроматографа.

Массовая концентрация никотина в анализируемом экстракте рассчитывается с использованием градуировочного графика, построение которого выполняется ПО «Хроматэк Аналитик 3,0» с использованием пяти градуировочных растворов с содержанием никотина (CAS: 54-11-5) от 0,1 до 0,8 мг/см³. Хромотограмма градуировочного раствора (std3) представлена на рисунке 1.

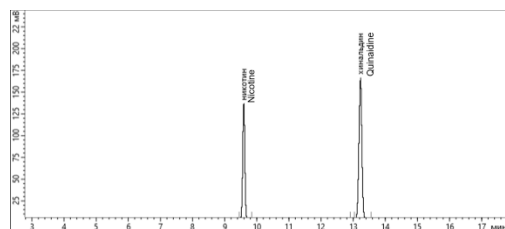


Рисунок 1. Типичная хромотограмма градуировочного раствора

Figure 1. Typical chromatogram of calibration solution

Градуировочный график, используемый в исследованиях, представлен на рисунке 2.

Установлено, что градуировочный график (рисунок 2) линейный, коэффициент детерминации $R^2 = 0.99940$, относительное среднеквадратичное

отклонение СКО = 1.635 %, следовательно, график пригоден для расчета концентрации никотина.

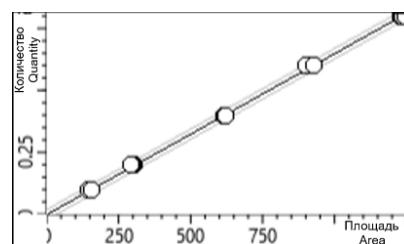


Рисунок 2. Градуировочный график

Figure 2. Graduation schedule

При проведении серии измерений никотина, в соответствии с использованием алгоритма количественного химического анализа [21], установленными условиями хромотографирования, модифицированной процедурой пробоподготовки и с обработкой данных программным обеспечением, получены данные о концентрации никотина (мг/см³) в тест-образцах. Пример хромотограммы экстракта никотина представлен на рисунке 3.

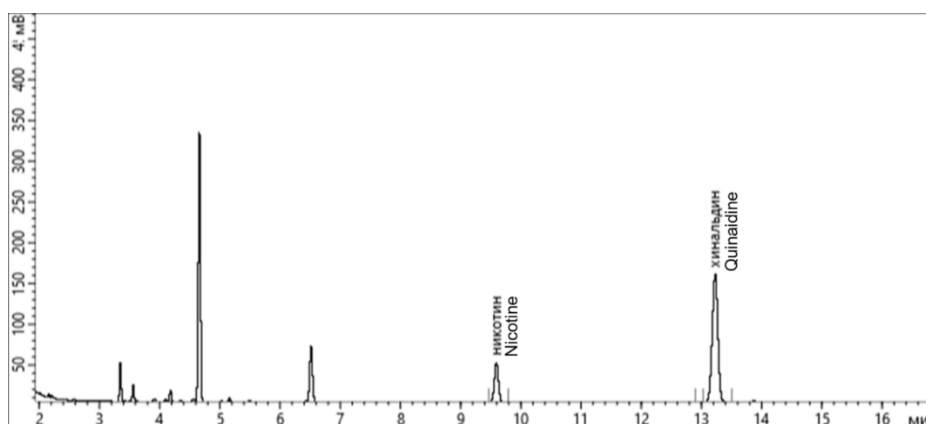


Рисунок 3. Фрагмент хромотограммы экстракта никотина тест-образца

Figure 3. A fragment of the chromatogram of the nicotine extract test sample

Хромотограмма (рисунок 3) демонстрируют полное разделение пиков никотина и сопутствующих компонентов, что гарантирует высокую точность идентификации и исключает погрешности количественного определения.

Для внесения изменений в методику SOP 12 [21], пункт «Обработка и оформление результатов измерений», разработана процедура перевода первичных данных хромотографа в необходимые стандартизированные величины, установленные в ФЗ № 268 [20]. Алгоритм пересчета содержания никотина на массу изделия представлен на рисунке 4.

При проведении внутрилабораторных испытаний по усовершенствованной методике, проведен контроль параметров разделения (времена удерживания, эффективность колонки, разрешение, фактор асимметрии пика никотина), получены данные о концентрации никотина в растворе и произведен расчет массовой доли никотина в мг/изделие (таблица 1). Шестикратная повторность измерений минимизирует случайные погрешности, обеспечивая высокую воспроизводимость полученных экспериментальных данных.

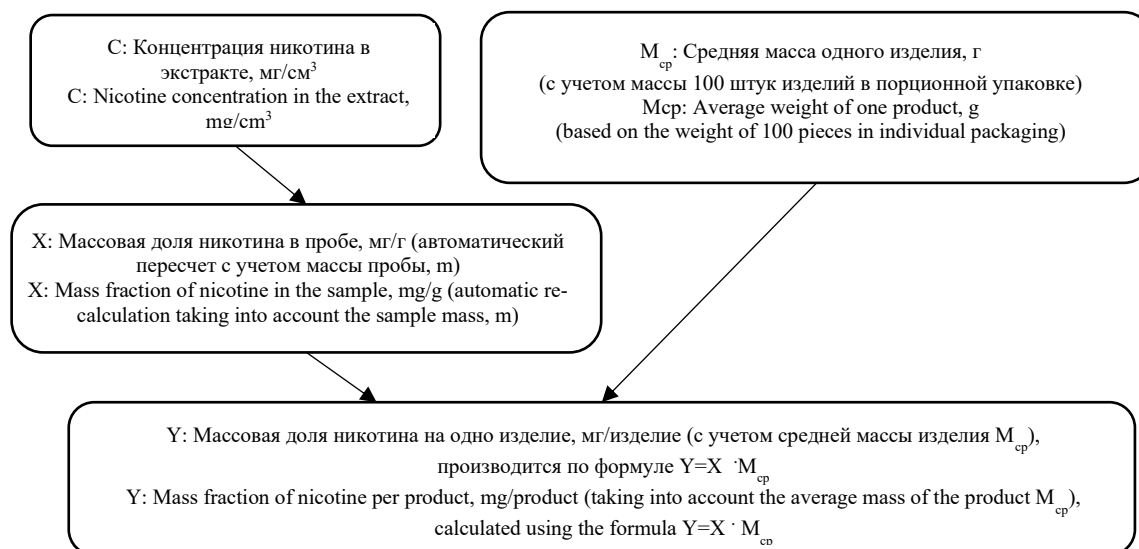


Рисунок 4. Алгоритм пересчета содержания никотина на массу некурибельного табачного изделия

Figure 4. Algorithm for converting nicotine content to the mass of a non-smoking tobacco product

Таблица 1.

Хроматографические параметры и количественное определение никотина в исследуемых образцах некурибельной табачной продукции

Table 1.

Chromatographic parameters and quantitative determination of nicotine in the studied samples of non-smoking tobacco products

№ образца / Исполнителя Sample No. / Performer	Время удерживания t_R , мин Retention time t_R	Число теоретич. тарелок, N Number of theoretical plates, N	Разрешение, R_s Resolution, R_s	Фактор асимметрии, T_f Asymmetry factor, T_f	Концентрация никотина в растворе, мг/см³ Concentration of nicotine in solution, mg/cm³	Средняя масса изделия (M_{cp}), г Average mass of the product (M_{av}), g	Массовая доля никотина, мг/изделие Mass fraction of nicotine, mg/product
1/1	9.593	96154	26,11	1,01	0,263	0,48	10,1
1/2	9.594	94969	24,17	0,98	0,292		10,1
2/1	9.595	96805	25,70	1,01	0,145	0,43	6,1
2/2	9.594	97279	25,72	1,04	0,147		5,9
3/1	9.595	96334	26,30	1,05	0,137	0,51	5,1
3/2	9.595	96644	24,83	1,02	0,108		5,2
4/1	9.591	94990	25,22	1,03	0,156	0,74	5,9
4/2	9.591	95753	27,06	1,00	0,146		5,8
5/1	9.577	94854	24,61	0,97	0,263	0,39	9,7
5/2	9.576	94853	24,13	0,98	0,249		9,6
6/1	9.583	97133	25,33	1,01	0,212	0,49	8,7
6/2	9.583	97132	24,98	1,00	0,208		8,6
7/1	9.583	97455	27,30	1,07	0,029	0,64	1,1
7/2	9.583	97455	26,98	1,04	0,034		1,2
8/1	9.591	97074	24,02	0,98	0,148	0,79	6,1
8/2	9.590	96789	26,71	1,00	0,161		6,2
9/1	9.591	95978	28,97	0,99	0,096	0,65	3,8
9/2	9.589	96037	26,17	1,03	0,096		3,8
10/1	9.581	96721	26,89	1,00	0,202	0,46	8,0
10/2	9.580	96780	26,56	0,98	0,198		8,0
11/1	9.595	96256	27,03	1,03	0,106	0,67	4,3
11/2	9.593	94110	28,32	1,03	0,118		4,5
12/1	9.592	94066	24,55	0,99	0,205	0,65	8,4
12/2	9.593	94650	24,30	0,99	0,181		8,3
13/1	9.597	95640	26,31	0,99	0,251	0,92	10,2
13/2	9.597	95639	26,07	0,98	0,247		10,2
14/1	9.589	96835	25,03	1,02	0,194	0,71	7,7
14/2	9.590	96464	24,11	1,00	0,220		7,8
15/1	9.590	96662	24,62	1,00	0,119	0,49	5,1
15/2	9.590	96599	23,26	1,02	0,133		5,1

Результаты анализа:

Время удерживания (t_R) идентично для всех образцов, диапазон – от 9,577 до 9,597 мин.

Число теоретических тарелок (N): диапазон – от 94 066 до 97 456, что подтверждает высокую эффективность колонки.

Разрешение (R_s): диапазон – от 24,02 до 28,97, пик никотина отделен от соседних пиков

Фактор асимметрии (T_f): диапазон – (0,97–1,07), что свидетельствует о симметричной форме пиков.

Концентрация никотина варьируется в диапазоне – от 0,034 мг/см³ до 0,292 мг/см³

Массовая доля никотина составляет (1,1–10,2) мг/изделие. Максимальное содержание никотина на одно изделие – в образцах № 1 и № 13.

Проведены межлабораторные сличительные испытания, определен показатель воспроизводимости методики: среднеквадратическое отклонение (СКО) воспроизводимости, характеризующее случайный разброс результатов между разными лабораториями, $\delta_R = 15 \%$.

Заключение

Результаты исследования по модификации процедуры подготовки пробы к анализу методом

ГХ-ПИД и алгоритм пересчета на массу изделия включены в аттестованную «Методику измерений массовой доли никотина в некурительных табачных изделиях газохроматографическим методом». Свидетельство об аттестации методики измерений № 004–01.00281–2013–2026 от 21.04.2026. ФР.1.31.2026.53961 от 03.06.2026. Определены показатели повторяемости, воспроизводимости, правильности, точности (границы погрешности) методики, при принятой вероятности $P = 0,95$. Диапазон измерений массовой доли никотина в некурительных табачных изделиях (1,73–71,1) мг/г.

Усовершенствованная «Методика измерений массовой доли никотина в некурительных табачных изделиях газохроматографическим методом» применима аккредитованными лабораториями для проведения судебных, контрольных и сертификационных испытаний некурительной табачной продукции.

Литература

- 1 Калашников С.В. Критерии безопасности некурительной табачной продукции // Известия вузов. Пищевая технология. 2025. № 2–3 (400). С. 125–132. doi: 10.26297/0579-3009.2025.2-3.20
- 2 Tran H., Tyx R.E., Valentin L. et al. Total and unprotonated (freebase) nicotine content in new types of oral 'tobacco-free' nicotine products // Tobacco Control. 2026. V. 35. № 2. P. 161–167. URL: <https://www.researchgate.net/publication/385844510> (дата обращения: 02.08.2026).
- 3 Tobacco use declines despite tobacco industry efforts to jeopardize progress // WHO News release. 16.01.2024. URL: <https://www.who.int/ru/news/item/16-01-2024-tobacco-use-declines-despite-tobacco-industry-efforts-to-jeopardize-progress> (дата обращения: 05.08.2026).
- 4 Hecht S.S., Hatsukami D.K. Smokeless tobacco and cigarette smoking: chemical mechanisms and cancer prevention // Nature Reviews Cancer. 2022. V. 22. № 3. P. 143–155. doi: 10.1038/s41568-021-00423-4
- 5 Parmar G., Shah A., Aundhia C., Chudasama J. Evaluation & Comparison of Nicotine quantification in smokeless tobacco products // International Journal of Ayurvedic Medicine. 2023. V. 14. № 2. P. 442–445. doi: 10.47552/ijam.v14i2.3632
- 6 Foulds J., Ramstrom L., Burke M., Fagerström K. Effect of smokeless tobacco (snus) on smoking and public health in Sweden // Tobacco Control. 2003. V. 12. № 4. P. 349–359. doi: 10.1136/tc.12.4.349
- 7 Miller-Holt J., Baskerville-Abraham I., Sakimura M. et al. In vitro evaluation of mutagenic, cytotoxic, genotoxic and oral irritation potential of nicotine pouch products // Toxicology Reports. 2022. V. 9. P. 1316–1324. doi: 10.1016/j.toxrep.2022.06.008
- 8 Шкидюк М.В., Бубнова Н.Н., Калашников С.В. Определение токсичных компонентов в никотинсодержащих продуктах методом жидкостной хроматографии с tandemной масс-спектрометрией // Известия вузов. Пищевая технология. 2022. № 2–3 (386–387). С. 103–107. doi: 10.26297/0579-3009.2022.2-3.20
- 9 Калашников С.В., Шкидюк М.В. Идентификационные признаки некурительной табачной продукции // Новые технологии. 2021. Т. 17. № 2. С. 25–32. doi: 10.47370/2072-0920-2021-17-2-25-32
- 10 Шкидюк М.В., Дон Т.А., Бедрицкая О.К. Комплексная система оценки бездымных никотинсодержащих продуктов // Труды Воронежского государственного инженерно-технического университета. 2021. Т. 83. № 1. С. 179–186. doi: 10.20914/2310-1202-2021-1-179-186
- 11 Stepanov I., Jensen J., Hatsukami D., Hecht S.S. New and traditional smokeless tobacco: comparison of toxicant and carcinogen levels // Nicotine & Tobacco Research. 2008. V. 10. № 12. P. 1773–1782. doi: 10.1080/14622200802443544
- 12 Mallock N., Schulz T., Malke S. et al. Levels of nicotine and tobacco-specific nitrosamines in oral nicotine pouches // Tobacco Control. 2024. V. 33. P. 193–199. URL: <https://tobaccocontrol.bmj.com/content/33/2/193> (дата обращения: 08.08.2026).
- 13 Sharma P., Cheah N.P., Kaur J. et al. Physical and chemical characterization of smokeless tobacco products in India // Scientific Reports. 2023. V. 13. P. 8901. doi: 10.1038/s41598-023-35455-3
- 14 Stanfill S., Tran H., Tyx R. et al. Characterization of Total and Unprotonated (Free) Nicotine Content of Nicotine Pouch Products // Nicotine & Tobacco Research. 2021. V. 23. № 9. P. 1590–1596. doi: 10.1093/ntr/ntab030
- 15 Richter P., Spierto F.W. Surveillance of smokeless tobacco nicotine, pH, moisture, and unprotonated nicotine content // Nicotine & Tobacco Research. 2003. V. 5. № 6. P. 885–889. doi: 10.1080/14622200310001614647
- 16 Li Y., Shao L., Liu Q. et al. Nicotine Detection in Tobacco Samples via a Molecularly Imprinted Polymers Sensing Platform // International Journal of Electrochemical Science. 2024. V. 19. P. 100592. doi: 10.1016/j.ijoes.2024.100592
- 17 Back S., Masser A.E., Rutqvist L.E. et al. Harmful and potentially harmful constituents (HPHCs) in two novel nicotine pouch products in comparison with regular smokeless tobacco products and pharmaceutical nicotine replacement therapy products (NRTs) // BMC Chemistry. 2023. V. 17. P. 9. doi: 10.1186/s13065-023-00918-1
- 18 Park S.C., Aldeek F. Simple and Effective UV Spectrophotometric Method for Nicotine Determination in Nicotine Pouches // Science Journal of Analytical Chemistry. 2025. V. 13. № 2. P. 55–62. doi: 10.11648/j.sjac.20251302.13

19 Aldeek F., Lopez V., Miller J.H. Salting-Out-Assisted Liquid-Liquid Extraction Method for the Determination of Nicotine from Oral Traditional and Innovative Tobacco Products Using UPLC-MS/MS // *ACS Omega*. 2023. V. 8. № 34. P. 31256–31264. doi: 10.1021/acsomega.3c03474

20 Технический регламент на некурительную табачную продукцию: Федеральный закон от 22.12.2008 № 268-ФЗ (ред. от 08.08.2024) (с изм., вступ. в силу с 01.03.2025). URL: <https://poi.cntd.ru/docs/d?nd=902134892> (дата обращения: 11.08.2026).

21 Standard operating procedure for determination of nicotine content in smokeless tobacco products // WHO TobLabNet Official Method SOP12. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240044661> (дата обращения: 14.08.2026).

References

1 Kalashnikov S.V. Safety criteria for non-smoking tobacco products. *News of Universities. Food Technology*. 2025. no. 2–3 (400). pp. 125–132. doi: 10.26297/0579-3009.2025.2-3.20 (in Russian).

2 Tran H., Tyx R.E., Valentin L. et al. Total and unprotonated (freebase) nicotine content in new types of oral 'tobacco-free' nicotine products. *Tobacco Control*. 2026. vol. 35. no. 2. pp. 161–167. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/385844510> (accessed: 02.08.2026).

3 Tobacco use declines despite tobacco industry efforts to jeopardize progress. WHO News release. 16.01.2024. Available at: <https://www.who.int/ru/news/item/16-01-2024-tobacco-use-declines-despite-tobacco-industry-efforts-to-jeopardize-progress> (accessed: 05.08.2026).

4 Hecht S.S., Hatsukami D.K. Smokeless tobacco and cigarette smoking: chemical mechanisms and cancer prevention. *Nature Reviews Cancer*. 2022. vol. 22. no. 3. pp. 143–155. doi: 10.1038/s41568-021-00423-4.

5 Parmar G., Shah A., Aundhia C., Chudasama J. Evaluation & Comparison of Nicotine quantification in smokeless tobacco products. *International Journal of Ayurvedic Medicine*. 2023. vol. 14. no. 2. pp. 442–445. doi: 10.47552/ijam.v14i2.3632.

6 Foulds J., Ramstrom L., Burke M., Fagerström K. Effect of smokeless tobacco (snus) on smoking and public health in Sweden. *Tobacco Control*. 2003. vol. 12. no. 4. pp. 349–359. doi: 10.1136/tc.12.4.349.

7 Miller-Holt J., Baskerville-Abraham I., Sakimura M. et al. In vitro evaluation of mutagenic, cytotoxic, genotoxic and oral irritation potential of nicotine pouch products. *Toxicology Reports*. 2022. vol. 9. pp. 1316–1324. doi: 10.1016/j.toxrep.2022.06.008.

8 Shkidyuk M.V., Bubnova N.N., Kalashnikov S.V. Determination of toxic components in nicotine-containing products by liquid chromatography with tandem mass spectrometry. *News of Universities. Food Technology*. 2022. no. 2–3 (386–387). pp. 103–107. doi: 10.26297/0579-3009.2022.2-3.20 (in Russian).

9 Kalashnikov S.V., Shkidyuk M.V. Identification features of non-smoking tobacco products. *New Technologies*. 2021. vol. 17. no. 2. pp. 25–32. doi: 10.47370/2072-0920-2021-17-2-25-32 (in Russian).

10 Shkidyuk M.V., Don T.A., Bedritskaya O.K. Comprehensive system for evaluating smokeless nicotine-containing products. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2021. vol. 83. no. 1. pp. 179–186. doi: 10.20914/2310-1202-2021-1-179-186 (in Russian).

11 Stepanov I., Jensen J., Hatsukami D., Hecht S.S. New and traditional smokeless tobacco: comparison of toxicant and carcinogen levels. *Nicotine & Tobacco Research*. 2008. vol. 10. no. 12. pp. 1773–1782. doi: 10.1080/14622200802443544.

12 Mallock N., Schulz T., Malke S. et al. Levels of nicotine and tobacco-specific nitrosamines in oral nicotine pouches. *Tobacco Control*. 2024. vol. 33. pp. 193–199. Available at: <https://tobaccocontrol.bmj.com/content/33/2/193> (accessed: 08.08.2026).

13 Sharma P., Cheah N.P., Kaur J. et al. Physical and chemical characterization of smokeless tobacco products in India. *Scientific Reports*. 2023. vol. 13. article 8901. doi: 10.1038/s41598-023-35455-3.

14 Stanfill S., Tran H., Tyx R. et al. Characterization of Total and Unprotonated (Free) Nicotine Content of Nicotine Pouch Products. *Nicotine & Tobacco Research*. 2021. vol. 23. no. 9. pp. 1590–1596. doi: 10.1093/ntr/ntab030.

15 Richter P., Spierto F.W. Surveillance of smokeless tobacco nicotine, pH, moisture, and unprotonated nicotine content. *Nicotine & Tobacco Research*. 2003. vol. 5. no. 6. pp. 885–889. doi: 10.1080/14622200310001614647.

16 Li Y., Shao L., Liu Q. et al. Nicotine Detection in Tobacco Samples via a Molecularly Imprinted Polymers Sensing Platform. *International Journal of Electrochemical Science*. 2024. vol. 19. article 100592. doi: 10.1016/j.ijoes.2024.100592.

17 Back S., Masser A.E., Rutqvist L.E. et al. Harmful and potentially harmful constituents (HPHCs) in two novel nicotine pouch products in comparison with regular smokeless tobacco products and pharmaceutical nicotine replacement therapy products (NRTs). *BMC Chemistry*. 2023. vol. 17. article 9. doi: 10.1186/s13065-023-00918-1.

18 Park S.C., Aldeek F. Simple and Effective UV Spectrophotometric Method for Nicotine Determination in Nicotine Pouches. *Science Journal of Analytical Chemistry*. 2025. vol. 13. no. 2. pp. 55–62. doi: 10.11648/j.sjac.20251302.13.

19 Aldeek F., Lopez V., Miller J.H. Salting-Out-Assisted Liquid-Liquid Extraction Method for the Determination of Nicotine from Oral Traditional and Innovative Tobacco Products Using UPLC-MS/MS. *ACS Omega*. 2023. vol. 8. no. 34. pp. 31256–31264. doi: 10.1021/acsomega.3c03474.

20 Technical Regulation on Non-Smoking Tobacco Products: Federal Law No. 268-FZ of December 22, 2008 (as amended on August 8, 2024) (with amendments effective from March 1, 2025). Available at: <https://poi.cntd.ru/docs/d?nd=902134892> (accessed: 11.08.2026) (in Russian).

21 Standard operating procedure for determination of nicotine content in smokeless tobacco products. WHO TobLabNet Official Method SOP12. Available at: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240044661> (accessed: 14.08.2026).

Сведения об авторах

Наталья Н. Бубнова к.т.н., старший научный сотрудник, лаборатория технологии производства табачных изделий, Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий, ул.Московская, 42, Краснодар, 350072, Россия, strekoza242@yandex.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-6422-8093>

Information about authors

Natalya N. Bubnova Cand. Sci. (Tech), Senior Researcher, laboratory of technologies for manufacturing tobacco products, All-Russian Scientific Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products, 42, Moscovskaja street, Krasnodar, 350072, Russia, strekoza242@yandex.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-6422-8093>

Марина В. Шкидюк старший научный сотрудник, лаборатория технологии производства табачных изделий, Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий, ул.Московская, 42, Краснодар, 350072, Россия, tabak.technolog@rambler.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-8363-580X>

Софья В. Гвоздецкая младший научный сотрудник, лаборатория технологии производства табачных изделий, Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий, ул.Московская, 42, Краснодар, 350072, Россия, gvozdetskayasofa@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0709-7568>

Никита В. Кузнецов аспирант, ассистент кафедры, кафедра пищевой инженерии, Кубанский государственный технологический университет, ул.Московская, 2, Краснодар, 350072, Россия, 2623398@gmail.com

 <https://orcid.org/0009-0002-3382-0016>

Вклад авторов

Наталья Н. Бубнова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провел эксперимент, выполнил расчёты

Марина В. Шкидюк написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

Софья В. Гвоздецкая обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провел эксперимент, выполнил расчёты

Никита В. Кузнецов предложил методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Marina V. Shkidyuk Senior Researcher, laboratory of technologies for manufacturing tobacco products, All-Russian Scientific Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products, 42, Moscovskaja street, Krasnodar, 350072, Russia, tabak.technolog@rambler.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-8363-580X>

Sofia V. Gvozdetskaya junior researcher, laboratory of technologies for manufacturing tobacco products, All-Russian Scientific Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products, 42, Moscovskaja street, Krasnodar, 350072, Russia, gvozdetskayasofa@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0709-7568>

Nikita V. Kuznetsov graduate student, assistant of the Department, Department of Food Engineering, Kuban State Technological University, 2, Moscovskaja street, Krasnodar, 350072, Russia, 2623398@gmail.com

 <https://orcid.org/0009-0002-3382-0016>

Contribution

Natalya N. Bubnova review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Marina V. Shkidyuk wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Sofia V. Gvozdetskaya review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Nikita V. Kuznetsov proposed a scheme of the experiment and organized production trials

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 08/07/2026	После редакции 11/08/2026	Принята в печать 07/09/2026
Received 08/07/2026	Accepted in revised 11/08/2026	Accepted 07/09/2026