

COVID-19 и вейпинг в России: как связаны госпитализации, течение и исходы коронавирусной инфекции с потреблением электронных сигарет?

Гамбарян М. Г., Чащин М. Г., Концевая А. В., Драпкина О. М.

ФГБУ "Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактической медицины" Минздрава России.
Москва, Россия

Цель. Изучение взаимосвязи между уровнем госпитализаций, тяжелого течения и летальности от новой коронавирусной инфекции (COVID-19) с частотой потребления электронных сигарет (ЭС) в Российской Федерации (РФ) за 2020-2021гг.

Материал и методы. Проанализированы данные о числе госпитализированных с COVID-19 (COrona Virus Disease 2019) тяжелого течения и умерших от COVID-19 за 2020-2021гг в 85 субъектах РФ из Федерального регистра COVID-19, данные о статусе потребления ЭС, за 2020-2021гг по 85 субъектам РФ из базы микроданных "Выборочного наблюдения состояния здоровья населения" Росстата (Федеральная служба государственной статистики). Проведен анализ взаимосвязи частоты потребления ЭС с уровнем госпитализации с COVID-19, тяжелых COVID-19 и летальности от COVID-19 по половозрастным группам и федеральным округам (ФО) РФ в модели квадратичной регрессии.

Результаты. Получены нелинейные взаимосвязи между исследуемыми показателями с характерной параболической зависимостью. Выявлена статистически значимая связь летальности от COVID-19 с частотой потребления ЭС у мужчин в возрасте 15-19 лет ($R^2=0,24$, $p=0,001$); у женщин 30-39 лет ($R^2=0,13$, $p=0,001$). Связи между уровнем госпитализаций, тяжелых и летальных случаев COVID-19 и потреблением ЭС в большинстве ФО демонстрируют обратную параболическую зависимость.

Заключение. Взаимосвязи между частотой потребления ЭС и показателями COVID-19 сложны и нелинейны. Глубокий сег-

ментированный анализ позволил выявить значимые ассоциации, объясняющие вклад потребления ЭС в уровень госпитализаций, тяжелых и летальных исходов COVID-19 в отдельных половозрастных группах. В разрезе ФО РФ эти связи характеризуются неоднородностью, очевидно в силу воздействия ряда демографических и социально-экономических факторов на исходы COVID-19.

Ключевые слова: коронавирусная инфекция, COVID-19, табак, электронные сигареты, вейпинг, госпитализации COVID-19, летальность от COVID-19, тяжелая COVID-19.

Отношения и деятельность: нет.

Поступила 01/04-2025

Рецензия получена 10/04-2025

Принята к публикации 19/05-2025



Для цитирования: Гамбарян М. Г., Чащин М. Г., Концевая А. В., Драпкина О. М. COVID-19 и вейпинг в России: как связаны госпитализации, течение и исходы коронавирусной инфекции с потреблением электронных сигарет? *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2025;24(5):4406. doi: 10.15829/1728-8800-2025-4406. EDN SDIVBI

COVID-19 and vaping in Russia: how are hospitalizations, course and outcomes of coronavirus infection related to e-cigarette use?

Gambaryan M. G., Chashchin M. G., Kontsevaya A. V., Drapkina O. M.

National Medical Research Center for Therapy and Preventive Medicine. Moscow, Russia

Aim. To study the relationship between hospitalizations, severity and mortality from a coronavirus disease 2019 (COVID-19) with the frequency of e-cigarette (EC) consumption in the Russian Federation for 2020-2021.

Material and methods. The data on the number of people hospitalized with severe COVID-19 and those who died from COVID-19 for 2020-2021 in 85 Russian regions from the Federal Registry of COVID-19, as well as data on the status of EC consumption for 2020-2021 in 85 Russian regions from the Rosstat micro-database of the Sample Monitoring of the Population Health were analyzed. An analysis of the

relationship between the frequency of EC consumption and the level of hospitalization with COVID-19, COVID-19 severity and mortality by sex and age groups and federal districts (FD) of the Russian Federation was carried out in the quadratic regression model.

Results. Nonlinear relationships between the studied parameters with a characteristic parabolic dependence were obtained. A significant relationship was found between COVID-19 mortality and the frequency of EC consumption in men aged 15-19 years ($R^2=0,24$, $p=0,001$); in women aged 30-39 years ($R^2=0,13$, $p=0,001$). The relationships between the level of hospitalizations, severe and fatal outcomes of

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

e-mail: mgambaryan@gnicpm.ru

[Гамбарян М. Г.* — д.м.н., руководитель Центра профилактики и контроля потребления табака, ORCID: 0000-0003-4018-8645, Чащин М. Г. — к.м.н., руководитель лаборатории цифровой медицины и искусственного интеллекта, ORCID: 0000-0001-6292-3837, Концевая А. В. — д.м.н., профессор, зам. директора по научной и аналитической работе, ORCID: 0000-0003-2062-1536, Драпкина О. М. — д.м.н., профессор, академик РАН, главный внештатный специалист по терапии и общей врачебной практике Минздрава России, директор, ORCID: 0000-0002-4453-8430].

COVID-19 and EC consumption in most federal districts demonstrate an inverse parabolic relationship.

Conclusion. The relationships between the frequency of EC consumption and COVID-19 indicators are complex and nonlinear. Deep segmented analysis revealed significant associations explaining the contribution of EC consumption to the level of hospitalizations, severe and fatal outcomes of COVID-19 in certain age and sex groups. In the context of the federal districts of the Russian Federation, these relationships are characterized by heterogeneity, apparently due to the impact of a number of demographic and socio-economic factors on COVID-19 outcomes.

Keywords: coronavirus infection, COVID-19, tobacco, e-cigarettes, vaping, COVID-19 hospitalizations, COVID-19 mortality, severe COVID-19.

Relationships and Activities: none.

Gambaryan M. G.* ORCID: 0000-0003-4018-8645, Chashchin M. G. ORCID: 0000-0001-6292-3837, Kontsevaya A. V. ORCID: 0000-0003-2062-1536, Drapkina O. M. ORCID: 0000-0002-4453-8430.

*Corresponding author:
mgambaryan@gnicpm.ru

Received: 01/04-2025

Revision Received: 10/04-2025

Accepted: 19/05-2025

For citation: Gambaryan M. G., Chashchin M. G., Kontsevaya A. V., Drapkina O. M. COVID-19 and vaping in Russia: how are hospitalizations, course and outcomes of coronavirus infection related to e-cigarette use? *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2025;24(5): 4406. doi: 10.15829/1728-8800-2025-4406. EDN SDIVBI

ОРИТ — отделение реанимации и интенсивной терапии, Росстат — Федеральная служба государственной статистики, ФО — федеральный округ, ЭС — электронные сигареты, ЭСДН — электронные системы доставки никотина, COVID-19 — Corona Virus Disease 2019 (коронавирусная инфекция 2019г), EVALI — Electronic cigarettes and Vape Associated Lung Injury (поражения легких, связанные с потреблением электронных сигарет и вейпов), SARS-CoV-2 — Severe Acute Respiratory Syndrome-related CoronaVirus 2.

Ключевые моменты

Что известно о предмете исследования?

- Потребление электронных сигарет (ЭС) нарушает врожденную иммунную защиту легких, приводит к большому спектру легочных поражений, является фактором риска респираторных и многих сердечно-сосудистых заболеваний, чаще всего осложняющих течение новой коронавирусной инфекции COVID-19 (COrona Virus Disease 2019).
- Относительно невысокая распространенность и длительность потребления ЭС, преимущественно среди наиболее молодых групп населения, могут искажать связь вейпинга с исходами COVID-19.
- Данные о взаимосвязи потребления ЭС с заболеваемостью COVID-19 и его исходами скудны и противоречивы.

Что добавляют результаты исследования?

- Представлены результаты анализа общенациональных и региональных тенденций, особенностей взаимосвязи между потреблением ЭС и исходами COVID-19 в разрезе половозрастных групп взрослого населения.
- Взаимосвязи между частотой потребления ЭС и показателями летальности от COVID-19 нелинейны и варьируются в зависимости от возраста.
- Полученные результаты открывают возможности для проведения дополнительных исследований, направленных на углубленное изучение причинно-следственных связей между потреблением ЭС и исходами COVID-19 с учетом демографических и социально-экономических особенностей регионов Российской Федерации.

Key messages

What is already known about the subject?

- E-cigarette (EC) use disrupts the innate immune defense of the lungs, leads to a wide range of pulmonary damages, and is a risk factor for respiratory and many cardiovascular diseases, most often complicating the course of coronavirus disease 2019 (COVID-19).
- The relatively low prevalence and duration of EC use, mainly among the youngest groups of the population, may distort the association of vaping with COVID-19 outcomes.
- Data on the relationship between EC use and COVID-19 incidence and outcomes are scarce and contradictory.

What might this study add?

- The article presents the analysis of national and regional trends, the relationship between EC consumption and COVID-19 outcomes by age and sex groups of the adult population.
- The relationships between the frequency of EC consumption and COVID-19 mortality rates are nonlinear and vary depending on age.
- The obtained offers scope for additional research aimed at an in-depth study of the cause-and-effect relationships between EC consumption and COVID-19 outcomes, taking into account the demographic and socio-economic characteristics of the Russian regions.

Введение

Потребление табака, а также электронных систем доставки никотина (ЭСДН): вейпов, электронных сигарет (ЭС) и систем нагревания табака — ведущий фактор риска как основных неинфекционных заболеваний, так и ряда инфекций нижних дыхательных путей [1, 2]. Наряду с сокращением распространенности курения табака в России за последние годы, наблюдается беспрецедентный рост потребления ЭС во всех возрастных группах, но преимущественно среди наиболее молодых возрастных групп¹ [3]. Этот рост наметился уже за годы пандемии коронавирусной инфекции 2019 года (COVID-19 — Corona Virus Disease 2019), во многом благодаря продвижению этих продуктов табачными компаниями вовремя подстроивших свои маркетинговые стратегии под кризисные процессы в экономике, самоизоляции, когда менялись тенденции в половозрастных особенностях курения, например, за счет увеличения численности людей, начавших курить в возрасте ≥ 30 лет [4, 5]. Во время пандемии COVID-19 смертность от болезней органов дыхания увеличилась в ~ 3 раза, в т.ч. за счет респираторных инфекций [6], возросла избыточная смертность во всех регионах Российской Федерации (РФ) [7], возросла нагрузка на систему здравоохранения [8]. Связь заболеваемости COVID-19 и курения табака и ЭС обсуждалась с первых дней пандемии COVID-19 [5]. Результаты изучения взаимосвязей между потреблением табака и уровнем госпитализаций больных COVID-19 за 2020-2021гг и тяжелых и неблагоприятных его исходов в РФ представлена в публикации, предшествующей этой статье [9].

Поражения легких, связанные с потреблением ЭС и вейпингом (EVALI — Electronic cigarettes and Vape Associated Lung Injury), были известны еще до пандемии COVID-19: эпидемия EVALI представляла собой серьезную проблему для общественного здравоохранения [10]. Было доказано, что потребление ЭС, как и при курении обычных сигарет, нарушает врожденную иммунную защиту легких от бактериальных и вирусных инфекций, вызывает изменения профиля защитных белков в секретах дыхательных путей и другие реакции [11]. С наступлением пандемии COVID-19 стало очевидно, что как курение, так и потребление ЭС, как факторы риска респираторных и многих сердечно-сосудистых заболеваний, чаще всего осложняющих течение новой коронавирусной инфекции, могут быть самостоятельными факторами риска развития и тяжелого течения COVID-19. Однако данные о связи между потреблением ЭС и возникновением и течением COVID-19 ограничены и противоречи-

вы. Причина, возможно, в том, что большинство тяжелых случаев COVID-19 регистрируются среди пожилых людей, вейпы же потребляют в основном лица молодого возраста, немногие пожилые пациенты курят ЭС; пожилые пациенты демонстрируют статистически значимый риск тяжелого течения COVID-19 независимо от других факторов, а вейпинг в отличие от курения сигарет является относительно новой практикой и лишь у немногих пациентов присутствует история длительного потребления ЭС или долгосрочных побочных его последствий [12]. В исследовании Poudel R, et al. было выявлено, что курение или вейпинг, независимо от возраста, пола, расы и анамнеза других заболеваний, на 39% увеличивали вероятность перевода пациентов с COVID-19 на искусственную вентиляцию легких и на 45% — вероятность летального исхода, однако в исследовании курение и потребление ЭС отдельно не рассматривались [13].

Связь потребления ЭС с заболеваемостью и смертностью от COVID-19 продемонстрированы в исследованиях на популяционном уровне. Общенациональный онлайн-опрос 4351 подростков и молодых людей в возрасте 13-24 лет в США показал, что у потребителей ЭС в 5 раз чаще диагностировали COVID-19, по сравнению с теми кто не потреблял ЭС [14], а популяционные исследования в США выявили положительную связь между долей вейперов и числом случаев заболевания COVID-19 и смертей от него в каждом штате страны [15]. Показано также, что курение и вейпинг увеличивают вероятность возникновения стойких и продолжительных симптомов COVID-19 с продолжительностью ≥ 12 нед. [16].

Цель исследования — изучение взаимосвязи между уровнем госпитализаций, тяжелого течения и летальности от COVID-19 с частотой потребления ЭС в РФ за 2020-2021гг.

Материал и методы

Источники данных

Данные о заболеваемости и госпитализациях COVID-19 за 2020-2021гг собраны по 85 субъектам РФ из Федерального регистра лиц, больных COVID-19 (регистр COVID-19). В анализ включены следующие показатели: ежегодные показатели заболеваемости и смертности от COVID-19: 1) число госпитализированных случаев с COVID-19; 2) число переведенных в отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ); 3) число умерших по половозрастным группам.

Данные о статусе потребления ЭС и о социально-демографических характеристиках выборки за 2020-2021гг по 85 субъектам РФ извлечены из базы микроданных "Выборочного наблюдения состояния здоровья населения" Федеральной службы государственной статистики (Росстат) за соответствующие годы.

Расчет показателей

В расчетах использованы следующие показатели: доля потребителей ЭС среди всего взрослого населения Рос-

¹ Росстат, Выборочные наблюдения состояния здоровья населения РФ, база микроданных за 2019-2023гг.

сии (≥ 15 лет) и госпитализации пациентов с COVID-19 на 100 тыс. населения (численность населения по данным Росстата. Частота потребления ЭС рассчитывалась в соответствии с приказом Росстата № 712 от 29 декабря 2023г и определялась как отношение числа лиц в возрасте ≥ 15 лет, которые являются потребителями ЭСДН (ЭС, вейпов, систем нагревания табака), за изученный год к численности населения в возрасте ≥ 15 лет на 1 января отчетного года соответствующего региона (субъекта РФ) и выражалась в процентах. Для каждого федерального округа (ФО) и по каждой половозрастной группе рассчитывалась доля потребителей ЭС, что позволило проанализировать региональные и возрастные различия в потреблении ЭС и их возможную связь с показателями тяжести течения COVID-19. С учетом значительных различий по численности и плотности населения в различных регионах РФ и уровню заболеваемости COVID-19 выполнена стандартизация изучаемых показателей тяжести COVID-19, что позволяет избежать искажения результатов из-за диспропорции в численности заболевших. В качестве базового показателя стандартизации выбрана частота подтвержденных случаев COVID-19, поскольку она характеризует связанную фактическую нагрузку на систему здравоохранения в разных регионах [9].

Уровень госпитализации случаев COVID-19 рассчитывался как отношение числа госпитализированных пациентов с COVID-19 к числу подтвержденных случаев инфицирования SARS-CoV-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome-related CoronaVirus 2) в соответствующем ФО или половозрастной группе.

Уровень тяжелых случаев COVID-19 — нуждавшихся в переводе в ОРИТ — рассчитывался как отношение числа пациентов с COVID-19, получавших лечение в условиях ОРИТ, включая случаи переведенных на искусственную вентиляцию легких, к числу подтвержденных случаев инфицирования SARS-CoV-2 в соответствующем ФО или половозрастной группе.

Уровень летальности от COVID-19 рассчитывался как отношение числа умерших вследствие COVID-19 к числу подтвержденных случаев инфицирования SARS-CoV-2 в соответствующем ФО или половозрастной группе.

Данный подход, основанный на использовании для последующего анализа относительных показателей, улучшает статистическую интерпретируемость данных, снижает влияние экстремальных значений и позволяет выявить более устойчивые тренды.

Период исследования охватывает время значительных изменений в ходе пандемии COVID-19, включая появление новых вариантов вируса и изменения в методах лечения, что может влиять на сравнение данных за весь период. В связи с этим период анализа был ограничен данными за 2020 и 2021гг, когда отмечались рост распространенности COVID-19, отсутствие штаммов SARS-CoV-2, характеризующихся более легким течением болезни, и относительно низкая частота вакцинопрофилактики ввиду объективных причин [9].

Статистический анализ

Статистическая обработка данных проводилась с использованием прикладного программного обеспечения Excel 2019 ("Microsoft", США) и JMP Pro 17 ("SAS", США). Количественные показатели описывались средним значением и стандартной ошибкой в формате $M \pm m$, а также медианой (Me) интерквартильным размахом

(IQR). Для оценки статистической значимости изменений показателей в динамике применялся непараметрический аналог дисперсионного анализа для парных выборок [9].

Взаимосвязь между частотой потребления ЭС и исследуемыми показателями оценивали с помощью полиномиальной регрессии 2-го порядка (квадратичная регрессия) на основании анализа структуры данных и результатов предварительной подгонки различных моделей. Качество модели определялось, исходя из величины коэффициента детерминации R^2 и F-критерия для общей модели. В большинстве случаев линейная модель не обеспечивала адекватной подгонки, что проявлялось в низких значениях R^2 и визуально выявленных отклонениях от линейного тренда на диаграммах рассеяния. Полиномиальная регрессия 2-го порядка лучше описывала данные, обеспечивая более высокие значения R^2 и лучшие визуальные соответствия между моделируемыми и фактическими значениями.

Оценка остаточных диаграмм и тестов на наличие автокорреляции и мультиколлинеарности продемонстрировала отсутствие систематических ошибок, что также подтверждало адекватность выбора квадратичной модели для описания изученных связей.

Каждая зависимость описывалась следующим уравнением:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \varepsilon,$$

где Y — зависимая переменная, X — независимая переменная, β_0 — константа, β_1 — коэффициент линейного члена, β_2 — коэффициент квадратичного члена, ε — случайная ошибка.

В каждом случае проверялась нулевая гипотеза о том, что влияние потребления ЭС на уровни исследуемых показателей отсутствует ($\beta_1 = \beta_2 = 0$). При $p < 0,05$ нулевая гипотеза отвергалась, что свидетельствовало о наличии статистически значимой связи между изучаемыми показателями.

Результаты

В таблице 1 представлены данные о частоте потребления ЭС и частоте госпитализаций по поводу COVID-19/100 тыс. населения; данные об уровне госпитализаций по поводу COVID-19 и тяжелых случаях COVID-19: с переводом в ОРИТ, включая переводы на искусственную вентиляцию легких, и летальности в разных возрастных группах мужчин и женщин в РФ за 2020–2021гг, представлены в предыдущей работе [9].

Максимальная частота потребления ЭС приходится на возрастную группу 20–29 лет — 6,45%, как среди мужчин — 7,13%, так и среди женщин — 5,66% с последующим снижением частоты потребления с возрастом. В группах ≥ 50 лет частота потребления ЭС значительно ниже. Данных об использовании ЭС у мужчин > 70 лет не представлено. Среди женщин отмечается тренд повышения частоты использования ЭС в возрастной группе ≥ 80 лет (таблица 1). Частота госпитализаций по поводу COVID-19 среди мужчин с возрастом увеличивается, достигая максимума в группе ≥ 80 лет

Таблица 1

Частота потребления электронных сигарет и частота госпитализаций пациентов с COVID-19 в различных половозрастных группах населения РФ за 2020-2021гг

Половозрастные группы	Частота потребления ЭС (%)				Частота госпитализаций с COVID-19 (на 100 тыс. населения)			
	М	m	Me	IQR	М	m	Me	IQR
Все население 15+	3,80	0,11	2,64	3,50	2417,27	55,51	1163,79	2944,68
15-19 лет	2,53	0,17	2,04	1,62	245,28	23,53	163,76	181,90
20-29 лет	6,45	0,29	5,41	5,21	571,29	42,66	397,76	414,04
30-39 лет	4,08	0,20	3,27	3,68	853,38	42,90	674,65	650,24
40-49 лет	2,58	0,13	2,00	1,96	1343,33	49,02	1161,06	913,99
50-59 лет	1,77	0,11	1,47	1,25	2308,09	67,86	2113,11	1460,35
60-69 лет	1,37	0,17	1,01	1,22	3700,44	103,06	3449,03	2747,41
70-79 лет	—	—	—	—	5750,67	171,05	5192,34	4937,91
80+	3,10	0,47	3,10	0,47	6860,93	238,29	6397,73	6124,49
Мужчины 15+	4,13	0,16	2,94	3,64	2563,80	85,98	1140,95	3156,15
15-19 лет	2,68	0,23	2,17	1,86	245,66	33,54	162,45	175,34
20-29 лет	7,13	0,41	6,14	5,38	483,27	55,34	348,00	289,25
30-39 лет	4,54	0,27	3,98	3,55	797,88	53,48	660,61	561,85
40-49 лет	2,72	0,18	2,13	2,23	1356,74	63,50	1246,04	885,42
50-59 лет	2,07	0,16	1,84	1,52	2188,15	85,73	2066,24	1328,86
60-69 лет	1,70	0,24	1,42	2,14	3634,38	133,34	3504,63	2620,00
70-79 лет	—	—	—	—	6239,44	244,80	5649,17	5015,95
80+	—	—	—	—	8110,74	361,06	7454,15	6900,10
Женщины 15+	3,40	0,16	2,36	3,13	2271,03	70,09	1187,98	2769,79
15-19 лет	2,34	0,27	1,96	1,36	244,90	33,12	168,14	186,79
20-29 лет	5,66	0,39	4,82	4,49	659,31	64,41	484,63	521,97
30-39 лет	3,58	0,30	2,66	3,42	908,88	66,98	705,51	742,53
40-49 лет	2,42	0,18	1,96	1,96	1329,91	74,86	1118,70	957,45
50-59 лет	1,33	0,11	1,20	0,69	2428,03	104,65	2178,28	1502,09
60-69 лет	0,87	0,16	0,69	0,95	3766,51	157,41	3394,20	2995,30
70-79 лет	1,41	—	1,41	—	5264,77	233,80	4727,87	4865,83
80+	3,10	0,47	3,10	0,94	5640,88	283,11	4971,13	5740,06

Примечание: ЭС — электронные сигареты, COVID-19 — COroNaVIrus Disease 2019, IQR — интерквартильный размах, М — средняя, Me — медиана, m — ошибка средней.

(8110,74/100 тыс. населения), что соответствует общей тенденции к увеличению тяжести заболевания с возрастом. Частота госпитализаций пациентов с COVID-19 среди женщин также увеличивается с возрастом, достигая наибольших значений в группе ≥ 80 лет (5640,88/100 тыс. населения) [9]. В отличие от предыдущего показателя, различия уровня тяжелых случаев COVID-19 между возрастными группами менее выражены. В группе 15-19 лет и в старших возрастных группах (70-79 и ≥ 80 лет) данный показатель относительно стабилен и составляет около 0,025-0,027, что свидетельствует о равномерном распределении тяжелых случаев по половозрастным группам, несмотря на рост уровня госпитализации в старшем возрасте как среди мужчин, так и среди женщин [9].

Уровень летальности у пациентов с COVID-19 значительно увеличивается с возрастом, начиная с молодых возрастных групп, где она составляет 0,028 у женщин и 0,026 у мужчин (15-19 лет), и до-

стигает критических значений у пациентов ≥ 80 лет (8,560 у женщин и 12,411 у мужчин). Особенно выражены различия между мужчинами и женщинами в старших возрастных группах, где уровень летальности среди мужчин существенно выше [9].

В таблице 2 представлены данные о частоте потребления ЭС и частоте госпитализаций с COVID-19/100 тыс. населения среди мужчин и женщин в ФО РФ за 2020-2021гг. Частота потребления ЭС в ФО варьируется от 2,52% в Северо-Кавказском ФО до 5,54% в Дальневосточном ФО: от 2,77 до 5,71% среди мужчин и от 1,82 до 5,39% среди женщин.

Связь частоты потребления ЭС с показателями госпитализации, тяжелого течения и летальности от COVID-19 по половозрастным группам

Связи показателей частоты потребления ЭС с уровнем госпитализации и тяжелого течения COVID-19 в различных половозрастных группах населения с помощью квадратичной регрессионной модели статистически значимых связей не выявлено.

Таблица 2

Частота потребления ЭС и частота госпитализаций пациентов с COVID-19 среди мужчин и женщин по ФО РФ за 2020-2021гг

Федеральный округ/ Пол	Частота потребления ЭС (%)				Частота госпитализаций с COVID-19 (на 100 тыс. населения)			
	М	m	Me	IQR	М	m	Me	IQR
Дальневосточный ФО	5,54	0,45	3,85	4,70	3156,84	188,85	1789,34	3657,52
Женский	5,39	0,67	3,43	4,94	2868,91	222,32	1790,15	3219,77
Мужской	5,71	0,61	4,30	4,12	3448,11	305,24	1782,44	4019,29
Приволжский ФО	3,11	0,19	2,20	2,92	2278,11	135,47	1128,59	2802,86
Женский	2,72	0,26	2,12	2,39	2163,74	172,69	1209,7	2544,6
Мужской	3,37	0,27	2,31	3,26	2392,48	208,88	1071,76	2952,47
Северо-Западный ФО	4,47	0,32	3,13	3,63	3001,76	183,43	1722,36	3422,33
Женский	3,83	0,44	2,82	3,08	2695,53	223,01	1641,54	2896,77
Мужской	5,10	0,46	3,57	5,11	3309,73	290,44	1970,34	3987,8
Северо-Кавказский ФО	2,52	0,38	1,64	1,62	1714,11	125,9	964,5	2412
Женский	1,82	0,31	1,56	1,08	1686,13	166,89	1013,44	2144,56
Мужской	2,77	0,50	1,69	1,80	1742,35	189,46	904,95	2711,21
Сибирский ФО	2,78	0,24	2,07	2,56	3604,78	221,45	2192,58	4261,66
Женский	2,38	0,33	1,66	2,03	3422,5	277,31	2231,34	4101,37
Мужской	3,07	0,33	2,70	2,48	3787,05	345,64	2033,82	4472,82
Уральский ФО	3,88	0,35	2,69	3,66	3370,28	267,33	1938,56	3963,45
Женский	3,33	0,43	2,38	3,16	3196,14	348,95	1853,41	3498,02
Мужской	4,34	0,54	3,13	3,41	3546,25	406,69	2157,38	4495,2
Центральный ФО	3,57	0,21	2,56	3,24	2264,61	103,22	1289,04	2976,88
Женский	3,05	0,25	2,35	2,49	2156,11	136,21	1280,43	2902,97
Мужской	3,99	0,32	2,90	3,69	2373,11	155,1	1315,28	3112,19
Южный ФО	3,64	0,31	2,69	3,64	2516,91	172,16	1494,96	2861,2
Женский	2,96	0,29	2,44	2,35	2402,67	224,1	1395,36	2735,51
Мужской	4,33	0,54	2,92	3,94	2631,15	261,92	1580,45	2957,95

Примечание: ФО — федеральный округ, ЭС — электронные сигареты, COVID-19 — COroNaVIrus Disease 2019, IQR — межквартильный размах, М — средняя, Me — медиана, m — ошибка средней.

На рисунке 1 представлены результаты анализа связи между частотой потребления ЭС и уровнем летальности от COVID-19 в различных возрастных группах. В возрастной группе 15-19 лет наблюдается значимая положительная ассоциация между уровнем летальности с COVID-19 и использованием ЭС ($R^2=0,332$, $p=0,001$). В группе 20-29 лет связь слабо выражена и статистически незначима. В группе 30-39 лет также наблюдается положительная взаимосвязь частоты потребления ЭС и уровня летальности ($R^2=0,029$, $p=0,0268$). В возрастных группах 40-49, 50-59 и 60-69 лет зависимости между использованием ЭС и уровнем летальности не установлено.

Таким образом, в ходе регрессионного анализа выявлена статистически значимая ассоциация потребления ЭС и уровня летальности в группе среднего возраста с высокой частотой потребления ЭС и относительно низкой коморбидностью, что требует проведения дополнительного анализа.

На рисунке 2 представлены результаты анализа ассоциации между частотой потребления ЭС и уровнем летальности с COVID-19 в различных

половозрастных группах. В возрастной группе 15-19 лет у мужчин наблюдается значимая положительная связь между использованием ЭС и уровнем летальности ($R^2=0,24$, $p=0,001$), однако среди женщин в этой группе значимых ассоциаций выявлено не было. В возрастной группе 20-29 лет связь между использованием ЭС и летальностью оставалась слабой и статистически незначимой для обоих полов. В группе 30-39 лет у женщин наблюдается более выраженная связь ($R^2=0,13$, $p=0,001$) между использованием ЭС и уровнем летальности от COVID-19, тогда как у мужчин сила связи оказалась более слабой ($R^2=0,046$, $p=0,086$). В более старших возрастных группах значимых ассоциаций между использованием ЭС и летальностью не установлено.

Связь частоты курения с показателями госпитализации, тяжелого течения и летальности от COVID-19 по ФО РФ

На рисунке 3 представлены результаты регрессионного анализа взаимосвязи между уровнем госпитализаций с COVID-19 и частотой потребления ЭС среди мужчин и женщин в различных ФО РФ.

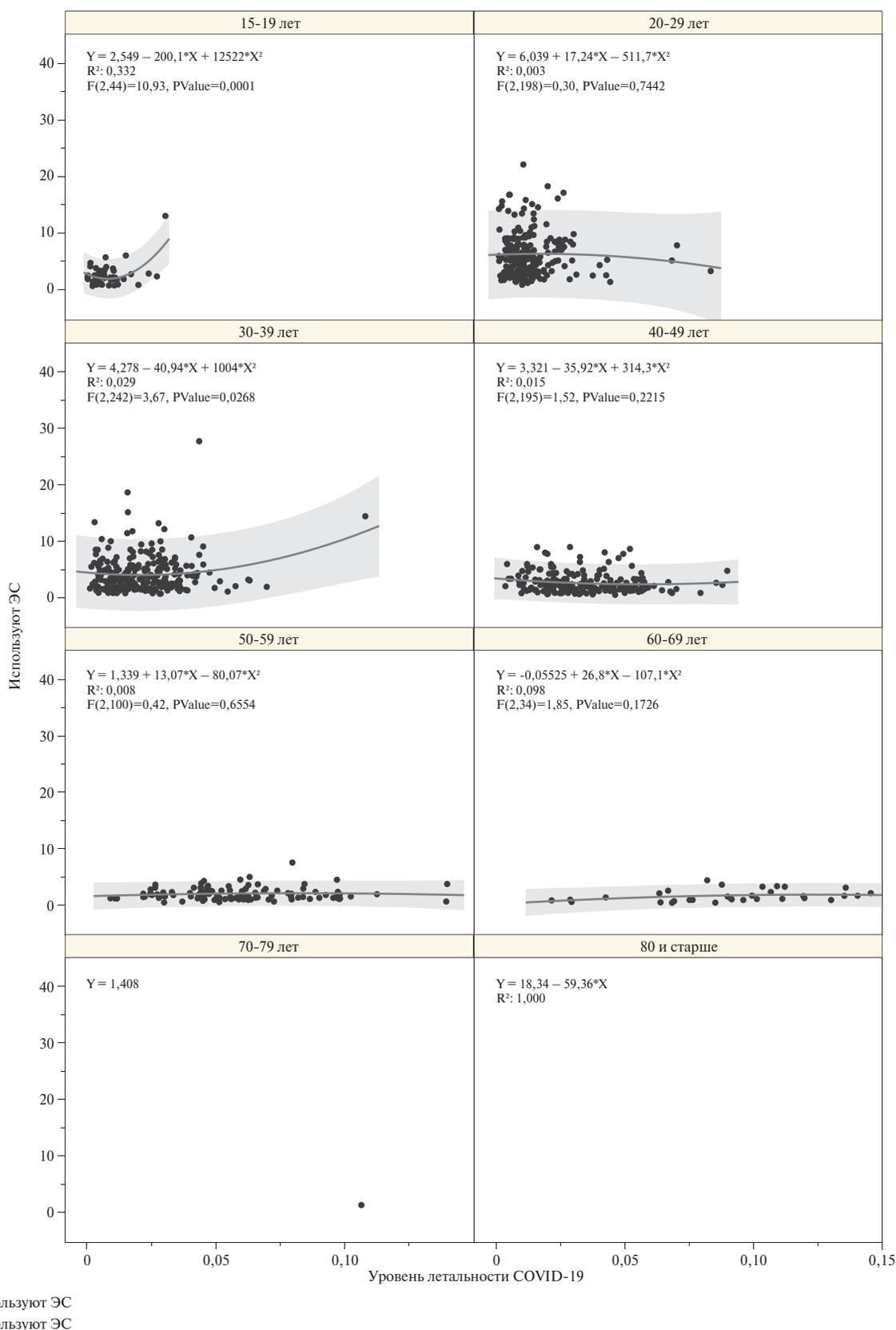


Рис. 1 Диаграммы рассеяния и квадратичная регрессионная функция, характеризующая взаимосвязь между частотой потребления ЭС и уровнем летальности от COVID-19 в различных возрастных группах.

Примечание: ЭС — электронные сигареты, COVID-19 — COrona Vrus Disease 2019. Точки на диаграмме представляют собой отдельные наблюдения. Интенсивно окрашенная линия отображает кривую регрессии, а область, закрашенная бледным оттенком, указывает диапазон доверительных интервалов, иллюстрирующий уровень неопределенности регрессионной модели.

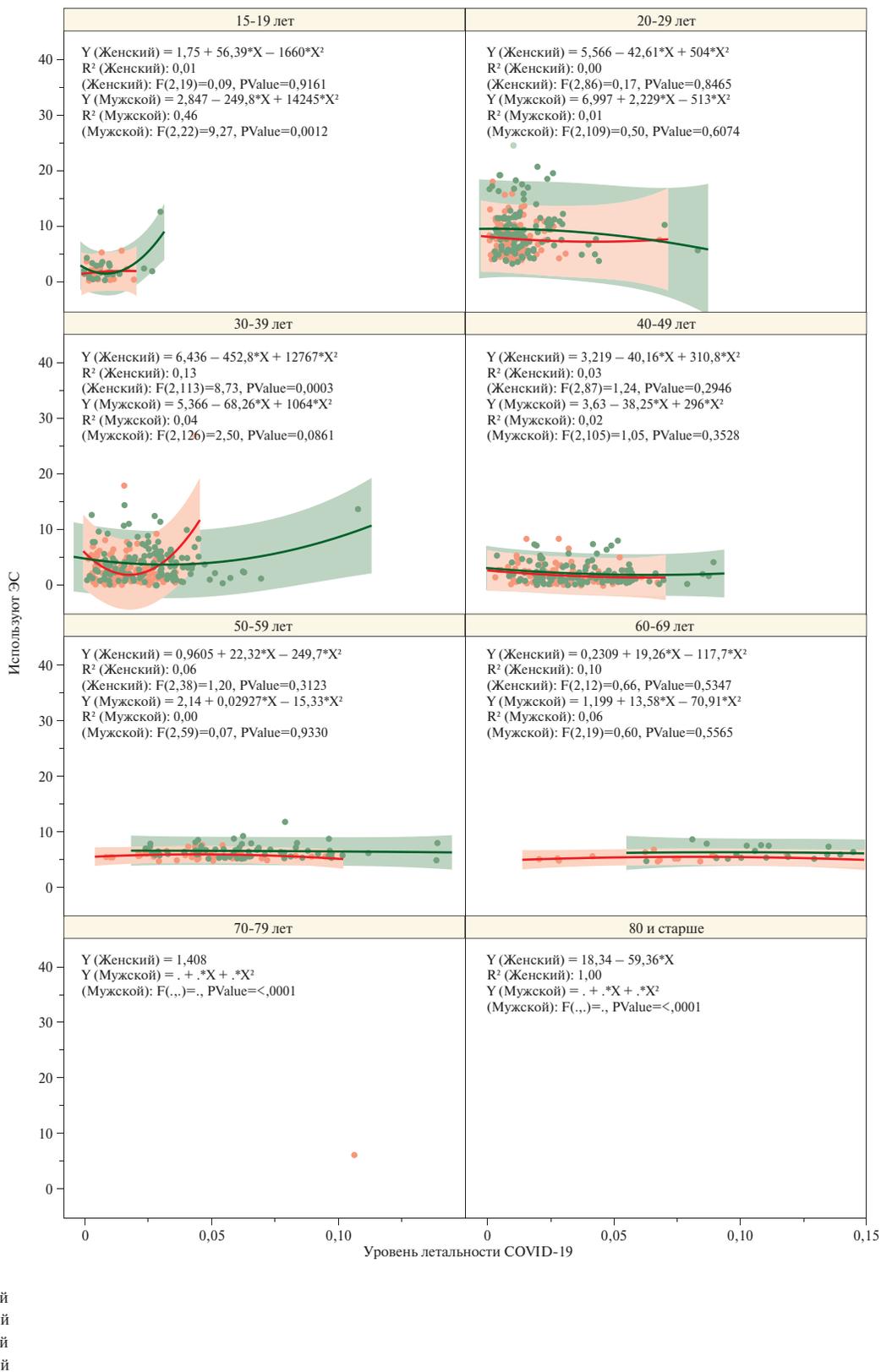
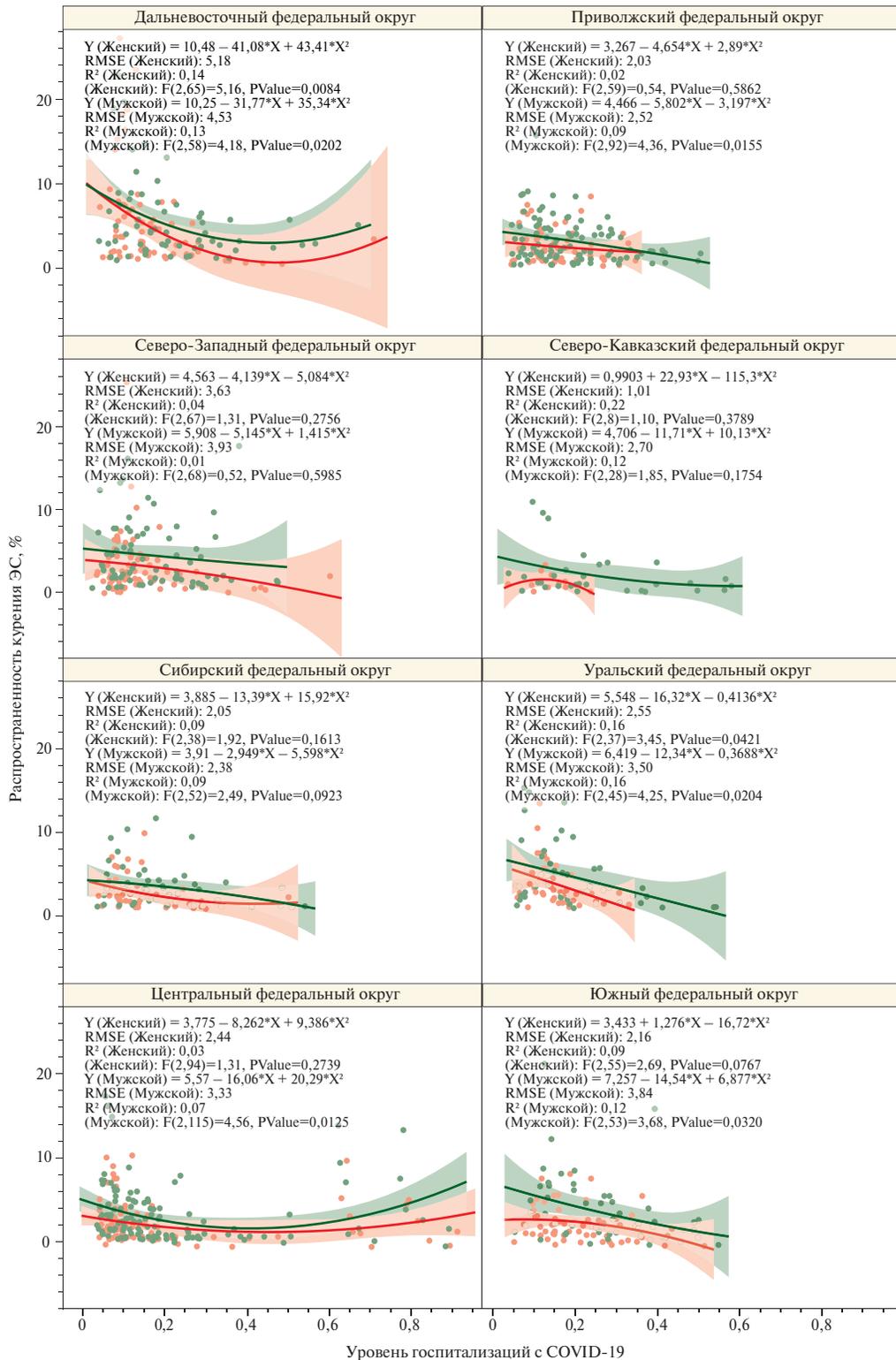


Рис. 2 Диаграммы рассеяния и квадратичная регрессионная функция, характеризующая взаимосвязь между частотой потребления ЭС и уровнем летальности с COVID-19 в различных по возрасту группах.

Примечание: ЭС — электронные сигареты, COVID-19 — Corona Virus Disease 2019. Элементы зеленого цвета на графике соответствуют данным, относящимся к лицам мужского пола, а элементы красного цвета — данным, относящимся к лицам женского пола. Точки на диаграмме представляют собой отдельные наблюдения. Интенсивно окрашенная линия отображает кривую регрессии, а область, закрашенная бледным оттенком, указывает диапазон доверительных интервалов, иллюстрирующих уровень неопределенности регрессионной модели. Цветное изображение доступно в электронной версии журнала.



Пол
— Мужской
— Женский

Рис. 3 Диаграммы рассеяния и квадратичная регрессионная функция, характеризующая взаимосвязь между частотой потребления ЭС и уровнем госпитализаций с COVID-19 в различных ФО РФ.

Примечание: ЭС — электронные сигареты, ФО — федеральный(-ые) округ(-а), COVID-19 — COroNa ViRus Disease 2019. Элементы зеленого цвета на графике соответствуют данным, относящимся к лицам мужского пола, а элементы красного цвета — данным, относящимся к лицам женского пола. Точки на диаграмме представляют собой отдельные наблюдения. Интенсивно окрашенная линия отображает кривую регрессии, а область, закрашенная бледным оттенком, указывает диапазон доверительных интервалов, иллюстрирующих уровень неопределенности регрессионной модели. Цветное изображение доступно в электронной версии журнала.

Как видно из рисунка, статистически значимая связь между потреблением ЭС и госпитализациями пациентов с COVID-19 наблюдается преимущественно среди мужчин в большинстве ФО (Дальневосточном, Приволжском, Уральском, Центральном и Южном). Наиболее сильная связь между потреблением ЭС и госпитализациями отмечена среди мужчин и женщин в Уральском ($R^2=0,16$) и Дальневосточном ($R^2=0,13$; $R^2=0,14$) ФО. Характер выявленных связей неоднороден между регионами — в Дальневосточном ФО наблюдается нелинейная зависимость в виде перевернутой параболы, в Центральном ФО — неглубокой U-образной кривой, а в Уральском и Южном ФО — нисходящие линейные тренды. Только в двух ФО (Дальневосточном и Уральском) выявлена статистически значимая связь между потреблением ЭС и госпитализациями у женщин, что указывает на возможные гендерные различия в характере ассоциации. В Северо-Западном, Северо-Кавказском и Сибирском ФО значимых связей между изучаемыми параметрами не выявлено ни для мужчин, ни для женщин.

На рисунке 4 представлены результаты анализа взаимосвязи между частотой потребления ЭС и уровнем тяжелых случаев COVID-19 среди мужчин и женщин в различных ФО.

В большинстве ФО (Дальневосточном, Северо-Кавказском, Центральном и Южном) эти взаимосвязи рассматриваются в призме ограничений, связанных с низкой распространенностью и относительно короткой историей потребления ЭС, возрастных характеристик потребителей ЭС и пациентов с COVID-19 [12]. В данном исследовании связи между потреблением ЭС и исходами COVID-19 проанализированы в разрезе половозрастных групп населения и в разрезе ФО РФ, в попытке учесть факторы, обозначенные в обзоре Blalock как препятствия для получения однонаправленных результатов [12].

В настоящем исследовании выявлены статистически значимые связи между частотой потребления ЭС среди отдельных половозрастных групп и летальностью от COVID-19. При этом статистически значимая связь между летальностью от COVID-19 и частотой потребления ЭС отмечается среди самых молодых потребителей ЭС (15-19 лет — преимущественно у мужчин, и в возрастной группе 30-39 лет — преимущественно среди женщин. Связь потребления ЭС и уровнем летальности среди юношей 15-19 лет возможно объясняется особенностями потребления ЭС этой возрастной группой и повышенной опасностью, которую ЭС представляют для этой категории лиц [17]. Молодые вейперы, и в частности мальчишки, чаще склонны потреблять дешевую, порой контрафактную никотин-содержащую продукцию, манипулировать составом потребляемой жид-

кости, более пристрастны к потенциально опасным для легких вкусовым ароматам в аэрозолях ЭС и поглощению "мягкого" и сладкого пара ЭС в больших количествах, что для неподготовленного организма может иметь самые серьезные последствия: вызывать острые легочные и сосудистые воспалительные процессы, тем самым способствовать повышенной летальности, в т.ч. и от COVID-19 [18]. Что же касается возрастной группы 30-39 лет, возможно сказывается кумулятивный повреждающий эффект потребления ЭС — самостоятельный или в сочетании с потреблением табачных изделий.

В результате проведенного анализа выявлены ассоциации между потреблением ЭС и уровнем тяжелых случаев COVID-19, преимущественно среди мужчин. Характер выявленных связей в основном нелинейный — в Дальневосточном ФО наблюдаются кривые в форме перевернутых парабол как у мужчин ($R^2=-0,19$, $p=0,025$), так и у женщин ($R^2=-0,22$, $p=0,0012$), указывающие на сложный характер взаимосвязи, где уровень тяжелых случаев COVID-19 сначала снижается, а затем возрастает с увеличением доли потребителей ЭС. Наиболее выраженная статистически значимая связь между потреблением ЭС и тяжелыми случаями COVID-19 отмечена в Северо-Кавказском ФО среди женщин ($R^2=0,01$, $p<0,001$) и мужчин ($R^2=-0,26$, $p=0,025$). В Центральном ФО у мужчин выявлена значимая U-образная форма связи ($R^2=-0,10$, $p=0,0026$), а в Южном ФО также обнаружена значимая нелинейная связь у мужчин ($R^2=-0,17$, $p=0,0292$). В Приволжском, Сибирском и Уральском ФО значимых ассоциаций между изучаемыми параметрами не выявлено ни для мужчин, ни для женщин.

На рисунке 5 представлены результаты анализа взаимосвязи между уровнем летальности от COVID-19 и частотой потребления ЭС в различных ФО. В Приволжском, Сибирском, Центральном, Уральском, Северо-Западном и Южном ФО установлена слабая, однако статистически значимая связь между потреблением ЭС и уровнем летальности от COVID-19, причем эта связь наблюдается как среди мужчин, так и среди женщин в нескольких округах. Выраженный нисходящий характер ассоциации между потреблением ЭС и летальностью прослеживается в Приволжском ($R^2=0,14$, $p<0,0001$), Сибирском ($R^2=0,10$, $p<0,001$) и Центральном ($R^2=0,12$, $p<0,001$) ФО среди мужчин. Среди женщин наиболее значимые ассоциации между потреблением ЭС и летальностью выявлены в Северо-Западном ($R^2=0,11$, $p=0,001$), Центральном ($p=0,001$) и Южном ($p=0,007$) ФО. В Дальневосточном и Северо-Кавказском ФО значимых ассоциаций между изучаемыми показателями не выявлено ни для мужчин, ни для женщин. Направление выявленных связей в большинстве случаев указывает на наличие обратной ассоциации

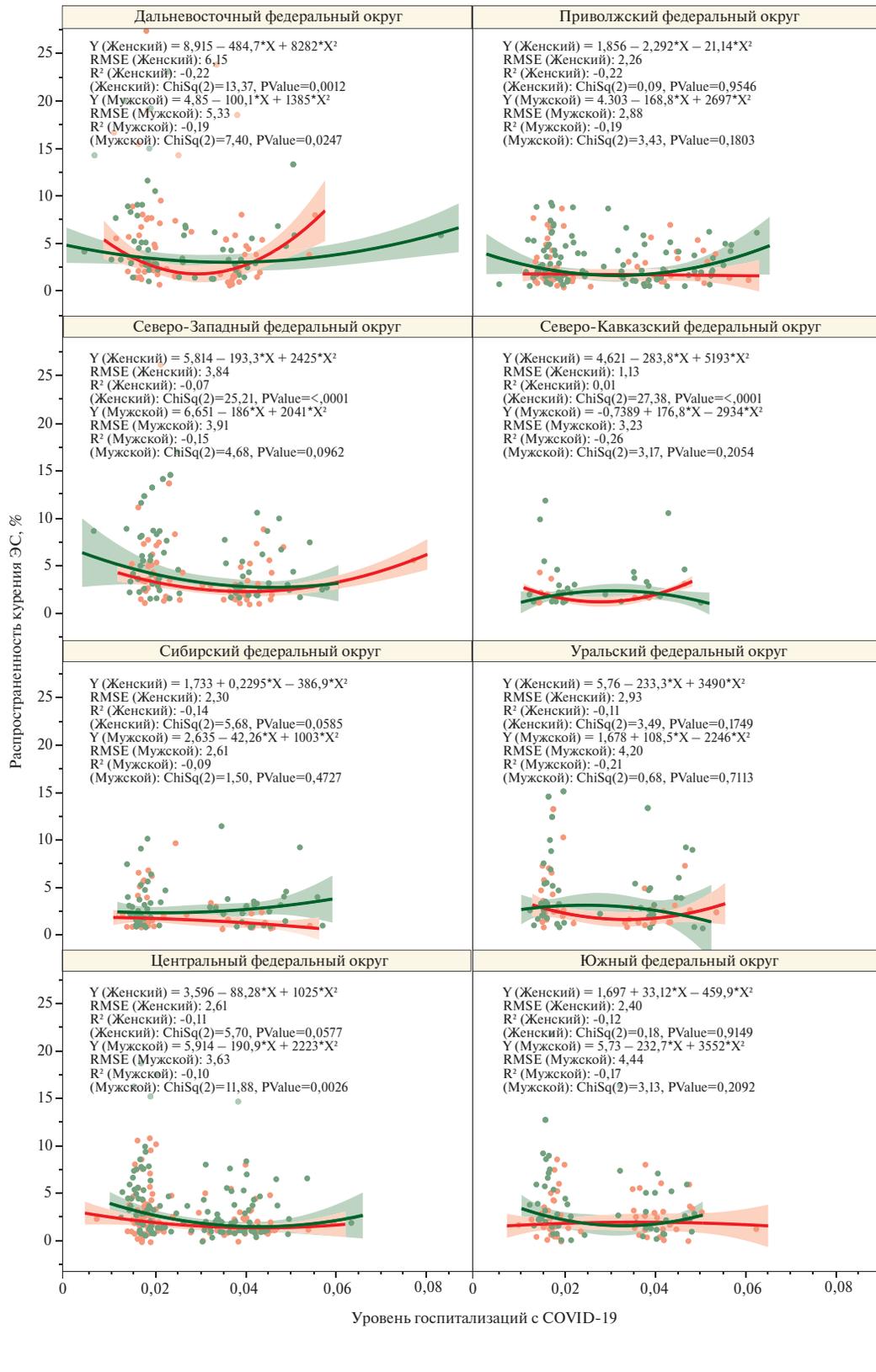


Рис. 4 Диаграммы рассеяния и квадратичная регрессионная функция, характеризующая взаимосвязь между частотой потребления ЭС и уровнем тяжелых случаев COVID-19 в различных ФО РФ.

Примечание: ЭС — электронные сигареты, ФО — федеральный(-ые) округ(-а), COVID-19 — COroNa ViRus Disease 2019. Элементы зеленого цвета на графике соответствуют данным, относящимся к лицам мужского пола, а элементы красного цвета — данным, относящимся к лицам женского пола. Точки на диаграмме представляют собой отдельные наблюдения. Интенсивно окрашенная линия отображает кривую регрессии, а область, закрашенная бледным оттенком, указывает диапазон доверительных интервалов, иллюстрирующих уровень неопределенности регрессионной модели. Цветное изображение доступно в электронной версии журнала.

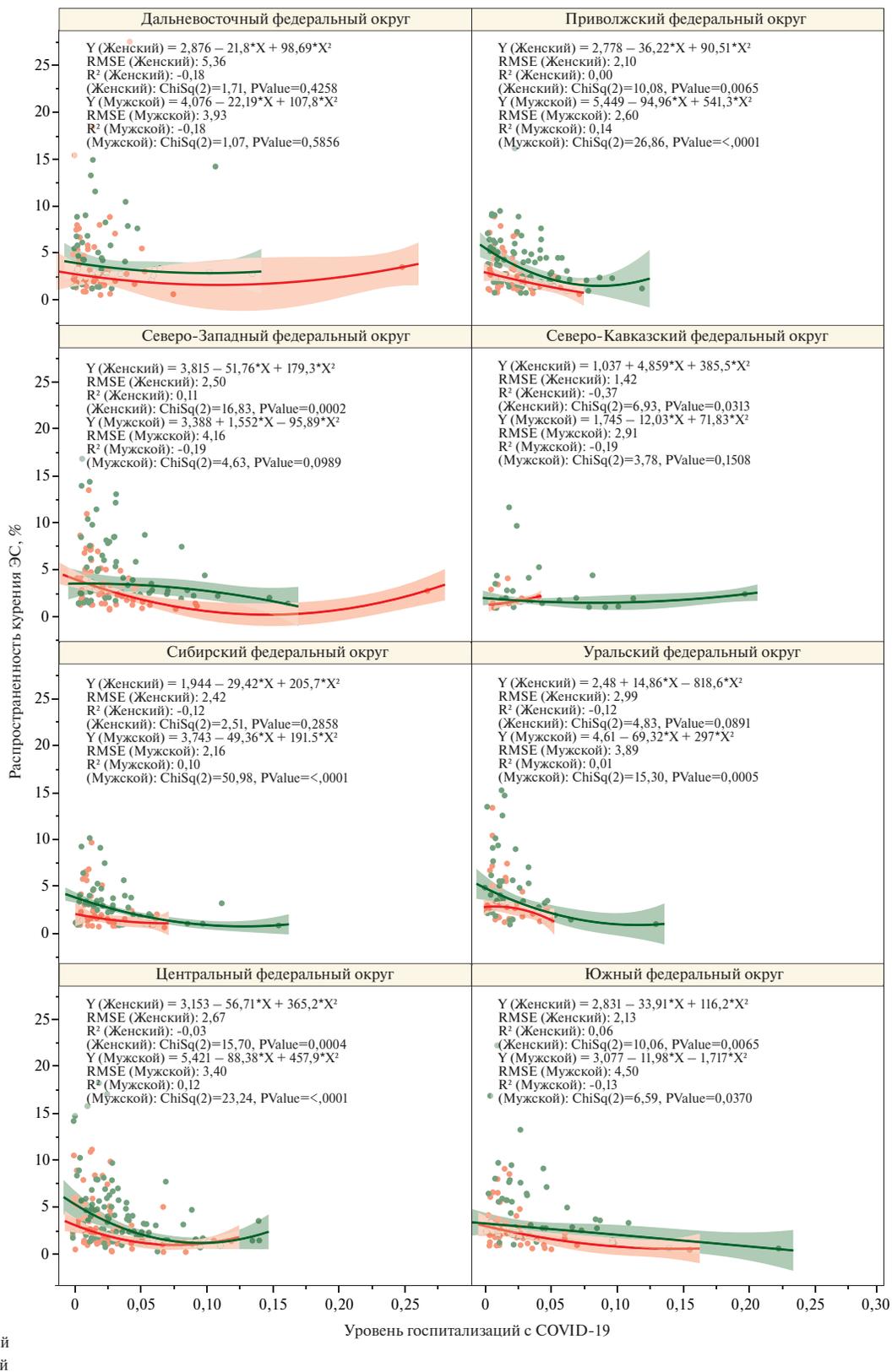


Рис. 5 Диаграммы рассеяния и квадратичная регрессионная функция, характеризующая взаимосвязь между частотой потребления ЭС и уровнем летальности с COVID-19 в различных ФО РФ.

Примечание: ЭС — электронные сигареты, ФО — федеральный(-ые) округ(-а), COVID-19 — COroNa VIrus Disease 2019. Элементы зеленого цвета на графике соответствуют данным, относящимся к лицам мужского пола, а элементы красного цвета — данным, относящимся к лицам женского пола. Точки на диаграмме представляют собой отдельные наблюдения. Интенсивно окрашенная линия отображает кривую регрессии, а область, закрашенная бледным оттенком, указывает диапазон доверительных интервалов, иллюстрирующих уровень неопределенности регрессионной модели. Цветное изображение доступно в электронной версии журнала.

между потреблением ЭС и уровнем летальности от COVID-19, что может свидетельствовать о сложных взаимодействиях между изучаемыми факторами.

Обсуждение

Настоящее исследование, основанное на большой базе данных, представляет собой всестороннее изучение ассоциаций между показателями госпитализации, тяжёлыми исходами и смертностью от COVID-19, с одной стороны, и частотой потребления ЭС среди взрослого населения, включая различные возрастные группы женщин и мужчин в 85 субъектах РФ, с другой.

В опубликованных международных популяционных исследованиях связи между потреблением ЭС и заболеваемостью и исходами COVID-19 изучались либо на общенациональном уровне в разрезе ограниченных возрастных групп и только в отношении заболеваемости COVID-19 [14], либо на уровне штатов по отдельности, но без учета половозрастных групп [15]. В обзоре Blalock K, et al. [12] роль вейпинга в возникновении COVID-19 и его тяжелых исходов характеризуются значительной неоднородностью и многообразием паттернов. В отличие от положительных и статистически значимых ассоциаций между частотой курения табака и уровнем госпитализации по поводу COVID-19 и тяжелых случаев COVID-19 в самых "курящих" ФО: Дальневосточном, Сибирском и Уральском, описанных в нашем предыдущем исследовании [9], связи этих показателей с частотой потребления ЭС в большинстве ФО демонстрируют обратную зависимость и более сложный нелинейный характер.

В этих связях отдельные демографические и социально-экономические факторы характерные для различных регионов, включая уровень организации медицинской помощи в ковидный период, по своей значимости и потенциальной роли в изменениях исследуемых показателей госпитализаций и исходов COVID-19, могут превосходить значимость частоты потребления ЭС (изначально невысокой во всех ФО), тем самым повлияв на характер исследуемых связей. Например, очевидно, что выявленные связи между частотой потребления ЭС и уровнем госпитализаций по поводу COVID-19 наиболее сильные в Дальневосточном, Приволжском, Уральском ФО, которые характеризуются наибольшим числом инфекционных больничных коек на 10 тыс. человек в 2020 и 2021гг [19]. Статистически значимая связь между потреблением ЭС и уровнем тяжелых случаев COVID-19, наоборот, выявлена в Северо-Кавказском, Центральном и Южном ФО, которые характеризуются наименьшим числом больничных коек на 10 тыс. человек, в т.ч. и инфекционных больничных коек на 10 тыс. человек [19].

Наблюдаемая обратная ассоциация между частотой потребления ЭС и летальностью от COVID-19

установлена в Приволжском, Сибирском, Центральном, Уральском, Северо-Западном и Южном ФО, в регионах, характеризующихся наиболее высокими коэффициентами демографической нагрузки старшего трудоспособного населения².

Примечательно, что данная обратная связь контрастирует с выявленной в Дальневосточном и Центральном ФО обратной параболической зависимостью между потреблением ЭС и тяжелыми случаями COVID-19, где уровень тяжелых случаев сначала снижается, а затем возрастает с увеличением доли потребителей ЭС.

Методологические аспекты исследования, включая экологический дизайн анализа и потенциальное наличие неучтенных факторов, которые могут приводить к некоторому смещению, требуют осторожности при интерпретации выявленных нами взаимосвязей.

Важно отметить, что данный тип дизайна подвержен "экологической ошибке" (ecological fallacy) — ситуации, когда выводы о связях, наблюдаемых на уровне групп, могут некорректно переноситься на индивидуальный уровень [20]. Например, если в регионе с высоким потреблением ЭС наблюдается низкая летальность от COVID-19, это не обязательно означает, что именно потребители ЭС имеют более низкий риск летального исхода. Выявленная связь может объясняться другими факторами, характерными для данного региона. Региональные различия в объеме и охвате тестированием населения на COVID-19, диагностических критериях и доступности медицинской помощи могут также влиять на выявленный характер взаимосвязей, создавая искаженную картину ассоциации с потреблением ЭС.

Исследование имеет ряд достоинств и ограничений. Достоинство исследования в том, что результаты получены на основе обработки обширного материала, включающего данные по 85 субъектам РФ за период 2020-2021гг, что обеспечивало высокую значимость полученных результатов. Кроме того, исследование связей и госпитализированных случаев COVID-19 и неблагоприятных его исходов с частотой потребления ЭС выполнена с глубокой сегментацией по половозрастным группам и ФО, что позволило лучше понять возможные гетерогенные эффекты и сложные зависимости между переменными.

Ограничения исследования. Анализ проводился на популяционном уровне с использованием агрегированных данных выборочных наблюдений Росстата и регистра COVID-19, что не позволило исследовать причинно-следственные связи между час-

² Регионы России. Социально-экономические показатели. Федеральной службы государственной статистики, 2024. Статистический сборник, Москва 2024. https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Region_Pokaz_2024.pdf

тотой потребления ЭС и исходами COVID-19. Это обстоятельство также не позволяло учитывать такие параметры, как количество выкуриваемых ЭС или вейп-сессий в день, стаж потребления ЭС, использование различных форм ЭС и сочетанное их потребление с табачными изделиями или переход с них на ЭС, что позволило бы более точно оценить влияние потребления ЭС на исходы COVID-19. В настоящей статье проанализированы только показатели, связанные с частотой потребления ЭС, без учета потребления табака. Важным ограничением явилась и невозможность изучения прямой связи с такими значимыми факторами, как наличие сердечно-сосудистых, респираторных, онкологических заболеваний, а также доступность медицинской помощи и другие социально-экономические факторы, что могли повлиять на исходы COVID-19.

Выполненная стратификация по ФО и половозрастным группам позволила частично учесть региональные и демографические различия, однако не может компенсировать отсутствие информации об индивидуальных сопутствующих факторах.

Заключение

Изучение взаимосвязей между уровнем госпитализаций COVID-19, тяжелым течением и неблагоприятным исходом заболевания с частотой

потребления ЭС среди взрослого населения в различных ФО РФ демонстрирует нелинейность ассоциаций между анализируемыми показателями. Глубокая сегментация позволила выявить значимые ассоциации, объясняющие некоторый вклад потребления ЭС в уровень летальности от COVID-19 в разных половозрастных группах. Обнаруженные нелинейные обратные параболические связи между потреблением ЭС и показателями госпитализаций или тяжелых случаев COVID-19 в различных ФО демонстрируют комплексный характер этих взаимосвязей. Наблюдаемые региональные различия в характере и силе этих ассоциаций подчеркивают необходимость дифференцированного подхода к оценке рисков, связанных с потреблением ЭС в контексте COVID-19 с учетом демографических и социально-экономических особенностей регионов. Эффективные меры политики по регулированию потребления ЭС, основанные на научно обоснованном понимании их влияния на течение и исходы COVID-19, необходимы для смягчения неблагоприятных последствий коронавирусных инфекций и улучшения общественного здоровья.

Отношения и деятельность: все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Литература/References

1. Drapkina OM, Kontsevaya AV, Kalinina AM, et al. 2022 Prevention of chronic non-communicable diseases in the Russian Federation. National guidelines. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2022;21(4):3235. (In Russ.) Драпкина О. М., Концевая А. В., Калинина А. М. и др. Профилактика хронических неинфекционных заболеваний в Российской Федерации. Национальное руководство 2022. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2022;21(4):3235. doi:10.15829/1728-8800-2022-3235.
2. Gambarian MG. The whole truth of electronic cigarettes: the Russian reality. Part I. Electronic cigarettes a threat to people and Tobacco control policy in Russia. Urgency for legal regulation. *Russian Journal of Preventive Medicine*. 2019;22(5):7-15. (In Russ.) Гамбарян М. Г. Вся правда об электронных сигаретах: российская реальность. Часть I. Электронные сигареты — угроза для людей и антитабачной политики в России. Актуальность правового регулирования. *Профилактическая медицина*. 2019;22(5):7-15. doi:10.17116/profmed2019220517.
3. Drapkina OM, Maksimov SA, Shalnova SA, et al. Prevalence of smoking and its changes over time in Russia: Data from the ESSE-RF study. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2023; 22(8S):3790. (In Russ.) Драпкина О. М., Максимов С. А., Шальнова С. А. и др. Распространенность и динамика курения в России по данным исследования ЭССЕ-РФ. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2023;22(8S):3790. doi:10.15829/1728-8800-2023-3790.
4. Biryukova AI. Statistical Analysis of Changes in Tobacco Consumption amid the COVID-19 Pandemic. *Voprosy statistiki*. 2022; 29(5):110-8. (In Russ.) Бирюкова А. И. Статистический анализ изменений в потреблении табачной продукции в условиях пандемии COVID-19. *Вопросы статистики*. 2022;29(5):110-8. doi:10.34023/2313-6383-2022-29-5-110-118.
5. Klimenko TV, Korchagina GA, Fadeeva EV, et al. Impact of the COVID-19 pandemic on prevalence and features of tobacco, alcohol and illicit drugs use based on results of international and domestic studies. *Russian Journal of Psychiatry*. 2021;(5):83-92. (In Russ.) Клименко Т. В., Корчагина Г. А., Фадеева Е. В. и др. Влияние пандемии COVID-19 на распространённость и особенности потребления табака, алкоголя и наркотических средств по данным зарубежных и отечественных исследований. *Российский психиатрический журнал*. 2021;(5):83-92. doi:10.47877/1560-957X-2021-10509.
6. Smirnova MI, Samorodskaya IV, Drapkina OM. Variability of death rates from respiratory diseases in the regions of the Russian Federation during the COVID-19 pandemic and the three previous years. *Russian Journal of Preventive Medicine*. 2024; 27(4):82-8. (In Russ.) Смирнова М. И., Самородская И. В., Драпкина О. М. Вариабельность показателей смертности от болезней органов дыхания в регионах Российской Федерации в период пандемии COVID-19 и три предыдущих года. *Профилактическая медицина*. 2024;27(4):82-8. doi:10.17116/profmed20242704182.
7. Drapkina OM, Samorodskaya IV, Kakorina EP, et al. COVID-19 and regional mortality in the Russian Federation. *Russian Journal of Preventive Medicine*. 2021;24(7):14-21. (In Russ.) Драпкина О. М., Самородская И. В., Какорина Е. П. и др. COVID-19 и региональная смертность в Российской Федерации. *Профилактическая медицина*. 2021;24(7):14-21. doi:10.17116/profmed20212407114.
8. Stupak VS, Zubko AV, Manoshkina EM, et al. Healthcare in Russia during the COVID-19 pandemic: challenges, systemic issues

- and addressing priorities. The Russian Journal of Preventive medicine. 2022;25(11):21-7. (In Russ.). Ступак В. С., Зубко А. В., Маношкина Е. М., и др. Здравоохранение России в период пандемии COVID-19: вызовы, системные проблемы и решение первоочередных задач. Профилактическая медицина. 2022;25(11):21-7. doi:10.17116/profmed20222511121.
9. Gambaryan MG, Chashchin MG, Kontsevaya AV, et al. COVID-19 and smoking in Russia: how are hospitalizations, course, and outcomes of coronavirus infection related to tobacco use? Cardiovascular Therapy and Prevention. 2025;24(1):4256. (In Russ.) Гамбарян М. Г., Чашчин М. Г., Концевая А. В. и др. COVID-19 и курение в России: как связаны госпитализации, течение и исходы коронавирусной инфекции с распространенностью потребления табака? Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2025;24(1):4256. doi:10.15829/1728-8800-2025-4256.
 10. Shin YM, Hunt DP, Akwe J. An Epidemic Supplanted by a Pandemic: Vaping-Related Illness and COVID-19. South Med J. 2022;115(1):8-12. doi:10.14423/SMJ.000000000001344.
 11. Reidel B, Radicioni G, Clapp PW, et al. E-Cigarette Use Causes a Unique Innate Immune Response in the Lung, Involving Increased Neutrophilic Activation and Altered Mucin Secretion. Am J Respir Crit Care Med. 2018;197(4):492-501. doi:10.1164/rccm.201708-1590OC.
 12. Blalock K, Breve F, Varrassi G, et al. Vaping and subsequent comorbidities potentially associated with increased mortality and more severe illness in COVID-19: a narrative review. Signa Vitae. 2021;17(6):25-36. doi:10.22514/sv.2021.113.
 13. Poudel R, Daniels LB, DeFilippis AP, et al. Smoking is associated with increased risk of cardiovascular events, disease severity, and mortality among patients hospitalized for SARS-CoV-2 infections. PLoS One. 2022;17(7):e0270763. doi:10.1371/journal.pone.0270763.
 14. Gaiha SM, Cheng J, Halpern-Felsher B. Association Between Youth Smoking, Electronic Cigarette Use, and COVID-19. J Adolescent Health. 2020;67(4):519-23. doi:10.1016/j.jadohealth.2020.07.002.
 15. Li D, Croft DP, Ossip DJ, Xie Z. The association between statewide vaping prevalence and COVID-19. Prev Med Rep. 2020;20:101254. doi:10.1016/j.pmedr.2020.101254.
 16. Whitaker M, Elliott J, Chadeau-Hyam M, et al. Persistent COVID-19 symptoms in a community study of 606,434 people in England. Nat Commun. 2022;13(1):1957. doi:10.1038/s41467-022-29521-z.
 17. Turchina Zh E, Baksheev A I, Andrenko O V, et al. The Use Of Electronic Cigarettes Among Young People: A Modern View, Innovative Approaches To Regulating The Problem. Sociology. 2023;(3):206-13. (In Russ.) Турчина Ж. Е., Бакшеев А. И., Андренко О. В. и др. Использование электронных сигарет в молодежной среде: современный взгляд, инновационные подходы к регулированию проблемы. Социология. 2023;(3):206-13.
 18. Shubochkina EI, Guryanova MP, Kurgansky AM, et al. Health risks for adolescents and young adults posed by electronic cigarettes. Public Health and Life Environment — PH&LE. 2024;32(6):54-63. (In Russ.) Шубочкина Е. И., Гурьянова М. П., Курганский А. М. и др. Влияние курения электронных сигарет на здоровье подростков и молодежи. Здоровье населения и среда обитания — ЗНиСО. 2024;32(6):54-63. doi:10.35627/2219-5238/2024-32-6-54.
 19. Goroshko NV, Patsala SV, Emelyanova EK. Barriers to Combat the COVID-19 Pandemic in the Healthcare System of Russia and Its Regions. Economics. Information Technologies. 2022;49(2):217-33. (In Russ.) Горошко Н. В., Пацала С. В., Емельянова Е. К. Барьеры на пути борьбы с пандемией COVID-19 в системе здравоохранения России и ее регионов. Экономика. Информатика. 2022;49(2):217-33. doi:10.52575/2687-0932-2022-49-2-217-233.
 20. Herger N. On the Ecological Fallacy in Discrete-Choice Models. J Choice Model. 2020;34:100201. doi:10.1016/j.jocm.2019.100201.