



Научная статья

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОЙ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ВЛИЯНИЕМ ВРЕДНЫХ И (ИЛИ) ОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА, ЗАГРЯЗНЕНИЕМ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬЮ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫМИ НОВООБРАЗОВАНИЯМИ ТРАХЕИ, БРОНХОВ, ЛЕГКИХ (С33, С34) У МУЖСКОГО НАСЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

И.В. Бухтияров^{1,2}, Ю.Е. Вязовиченко¹, П.О. Хвалюк^{1,2}

¹Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова, Российская Федерация, 119048, г. Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2

²Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова, Российская Федерация, 105275, г. Москва, Проспект Буденного, 31

В 2021 г. в РФ злокачественные новообразования (ЗН) трахеи, бронхов, легких (МКБ – С33, С34), занимали первое место в структуре ЗН у мужчин – 16,4 %. Множество исследований показывают наличие потенциальной связи между воздействием профессиональных факторов и развитием ЗН, однако в РФ профессиональный генез ЗН признается редко.

Осуществлено исследование, направленно на выявление взаимосвязи между условиями трудового процесса, объемом выброшенных в атмосферу загрязняющих веществ и показателями заболеваемости ЗН трахеи, бронхов, легких у мужчин. Данные были получены из формы № 7 «Сведения о злокачественных новообразованиях», доклада «Состояние условий труда работников организаций РФ по отдельным видам экономической деятельности», формы № 2-ТП (воздух) «Сведения об охране атмосферного воздуха» Росстата. Проанализированы показатели заболеваемости ЗН трахеи, бронхов, легких среди мужского населения трудоспособного возраста, а также в возрасте от 40 до 65 лет в 2011–2021 гг. Проведены квартильный анализ (показатели стандартизованы прямым методом), корреляционный анализ (ранговая корреляция Кенделла), а также множественный регрессионный анализ для исследования влияния предикторов (объем выброшенных в атмосферу веществ) на критерий (показатель заболеваемости ЗН). Статистическая обработка данных проведена с помощью MS Office Excel 2019, IBM SPSS Statistics 26.

Среди анализируемых показателей заболеваемости в РФ наблюдалась тенденция к снижению. Была получена умеренной силы положительная корреляционная связь ($\tau = +0,31$) между долей работников, занятых во вредных или опасных условиях труда, и показателями заболеваемости ЗН указанной локализации. Разработана прогностическая регрессионная модель.

Полученные результаты корреляционного анализа требуют более глубокого рассмотрения в последующих исследованиях. По нашему мнению, врачам-онкологам необходимо изучать профессиональный маршрут пациентов. Работодателям следует акцентировать внимание на первичной профилактике ЗН в рамках корпоративных практик предприятий.

Ключевые слова: злокачественные новообразования профессионального генеза, рак трахеи, рак бронхов, рак легких, онкология, вредные условия труда, показатели заболеваемости, корреляционный анализ, прогностическая регрессионная модель.

© Бухтияров И.В., Вязовиченко Ю.Е., Хвалюк П.О., 2023

Бухтияров Игорь Валентинович – академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, директор (e-mail: bukhtiyarov@irioh.ru; тел.: 8 (495) 365-02-09; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8317-2718>).

Вязовиченко Юрий Евгеньевич – доктор медицинских наук, профессор кафедры эпидемиологии и доказательной медицины Института общественного здоровья (e-mail: vyazovichenko_yu_e@staff.sechenov.ru; тел.: 8 (916) 518-79-96; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3986-9566>).

Хвалюк Полина Олеговна – аспирант кафедры эпидемиологии и доказательной медицины Института общественного здоровья; младший научный сотрудник лаборатории социально-гигиенических исследований (e-mail: xvalyk@yandex.ru; тел.: 8 (902) 091-09-92; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5301-847X>).

В 2011 г. в мире, по данным онкологической базы данных GLOBOCAN, было зарегистрировано 1,09 млн новых случаев злокачественных новообразований (ЗН) легкого среди мужчин, что соответствовало первому месту в структуре заболеваемости всеми ЗН. Данная тенденция продолжается на протяжении рассматриваемого периода с 2011 по 2021 г. Так в 2020 г. в мире было впервые установлено 1,43 млн случаев рака легких среди мужского населения¹ [1, 2]. ЗН легких в 2020 г. являлись также ведущей причиной смерти от рака у мужчин в 93 странах, в основном из-за высокого уровня летальности [3]. В мире в период с 2010 по 2019 г. общее число новых случаев рака трахеи, бронхов и легких увеличилось на 23,3 % (95 % ДИ: 12,9–33,6 %) [4]. Ситуация в Российской Федерации аналогична таковой, связанной с мировыми тенденциями: так, в 2011 г. среди мужского населения было зарегистрировано около 46 тысяч случаев опухолей трахеи, бронхов, легкого, что занимает в структуре заболеваемости всеми ЗН лидирующую позицию – 18,9 %. В 2021 г. у мужчин впервые было выявлено 37,3 тысячи случаев, что также соответствовало первому месту в структуре ЗН – 16,4 %. Одногодичная летальность у пациентов с раком трахеи, бронхов, легкого (С33, С34) в соответствии с формой федерального статистического наблюдения № 7 «Сведения о злокачественных новообразованиях» в 2021 г. составила 47,2 % [2].

По оценкам крупных международных исследований в 2019 г. 80,3 % (95 % ДИ: 77,5–83,2 %) всех смертей от ЗН трахеи, бронхов, легких в мире были связаны с воздействием факторов риска.

Курение, занимающее первое место по доле вклада, обуславливало 64,2 % (61,9–66,4 %) всех смертей от рака трахеи, бронхов, легких среди обоих полов. Несмотря на это, приблизительно 25 % больных раком легких никогда не курили [5]. Данный факт свидетельствует о возможном влиянии иных причин. Загрязнение окружающей среды твердыми частицами является вторым по значимости фактором риска, обуславливающим 15,6 % (95 % ДИ: 11,7–19,6) смертей от рака трахеи, бронхов, легких у мужчин и 13,9 % (95 % ДИ: 10,3–17,6) летальных исходов у женщин [4, 6, 7].

На третьем месте находится производственное воздействие асбеста, приводящее к 12,4 % (95 % ДИ: 8,3–16,6) смертей от ЗН трахеи, бронхов, легких среди мужского населения и лишь к 4,0 % (95 % ДИ: 2,4–5,5) смертей среди женщин. Действительно, влияние производственных факторов на развитие ЗН данной локализации играет немаловажную роль. В вышеупомянутом исследовании из 16 ведущих факторов риска 9 относились к производственным (воздействие асбеста, диоксида кремния, выхлопных газов дизельных двигателей, мышьяка, никеля, поли-

циклических ароматических углеводородов, хрома, кадмия, бериллия) [4]. По оценкам Международной организации труда, в мире из 2,5 млрд работников 2 млн ежегодно умирают от несчастных случаев на производстве или профессиональных заболеваний, и треть этих заболеваний приходится на рак дыхательных путей и интерстициальные заболевания легких. Стоит учитывать, что проведенные исследования показывают значительное увеличение риска развития ЗН трахеи, бронхов, легких при одновременном воздействии вредных и (или) опасных факторов трудового процесса и курения [8–10].

Несмотря на вышесказанное, профессиональный генез злокачественных новообразований в Российской Федерации признается экспертами в очень малом количестве случаев [11]. Установление диагноза профессионального заболевания проводится в соответствии с Трудовым кодексом Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ, Федеральным законом от 24.07.98 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний», Федеральным законом от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», Постановлением Правительства России от 05 июля 2022 г. № 1206 «О порядке расследования и учета случаев профессиональных заболеваний работников», Приказом Минздравсоцразвития РФ от 27.04.2012 № 417н «Об утверждении перечня профессиональных заболеваний». Предварительный диагноз может быть установлен любым лицензированным медицинским учреждением, в которое работник обратился за оказанием медицинской помощи. Дальнейшая экспертиза проводится в Центре профессиональной патологии.

Примечательным является тот факт, что за период с 2002 по 2014 г. было выявлено всего лишь 497 случаев профессионального рака. При этом наибольшее число за указанный период регистрировалось в Уральском и Сибирском федеральных округах. Однако, например, во Франции, в 2019 г. только профессиональных ЗН легких и бронхов (С34) было зарегистрировано 1030 случаев [12]. Данные Государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации» за ряд лет указывают на предельный износ машин и оборудования на предприятиях промышленности, использование устаревших технологий и зачастую отсутствие производственного контроля и несоблюдение Трудового кодекса. На фоне вышперечисленных условий низкий уровень регистрации профессиональных ЗН вызывает сомнения. Данные исследований показывают, что более 20 тысяч случаев ЗН в год в нашей стране могут быть ассоциированы с профессиональными фак-

¹ Cancer today. Data visualization tools for exploring the global cancer burden in 2020 [Электронный ресурс] // Global Cancer Observatory IARC. – 2023. – URL: <https://gco.iarc.fr/today/home> (дата обращения: 11.07.2023).

торами, однако в РФ отсутствует системный учет, и предполагается, что истинная распространенность значительно выше. Проблемы выявляемости профессиональных ЗН могут быть обусловлены рядом причин, среди которых: малоэффективное проведение предварительных и периодических медицинских осмотров (ПМО) (недостаточное внимание к сбору профессионального анамнеза), особенно среди предприятий малого и среднего бизнеса; отсутствие профильных научно-исследовательских учреждений; особенности действующих нормативных документов, обуславливающих отсутствие четкой системы критериев в принятии экспертных решений² [13–19].

Проводимое по данным 2016 г. исследование в РФ выявило суммарное экономическое бремя рака легкого – 14,77 млрд руб., что приблизительно равняется 0,02 % ВВП РФ в тот же период. При этом было показано, что при сравнении результатов аналогичных исследований социально-экономического бремени различных нозологий (ЗН почки, предстательной железы, молочной железы, яичника, меланомы) величина косвенных затрат на одного потенциально занятого в экономике пациента с ЗН легких была наибольшей. Выплаты в связи с инвалидностью в 2015 г. составили 4,00 млрд, а в 2016 г. – 5,16 млрд рублей [20, 21].

Исходя из вышесказанного, установление связи онкологического заболевания с производственным фактором и, как следствие, увеличение количества установленных диагнозов профессионального рака позволит пациентам получить положенные им компенсационные выплаты и покрыть страхователем расходы на реабилитацию, обеспечивая равномерное распределение бремени затрат на лечение между государством и работодателем.

В связи с вышеизложенным была сформулирована **цель исследования** – выявить наличие или отсутствие взаимосвязи между условиями трудового процесса, объемом выброшенных в атмосферу загрязняющих веществ и стандартизованными показателями заболеваемости ЗН трахеи, бронхов, легких (С33, С34) у мужчин в 2021 г.

Материалы и методы. Данные о числе впервые зарегистрированных случаев ЗН трахеи, бронхов, легких (С33, С34) в период с 2011 по 2021 г. были получены из формы федерального статистического наблюдения № 7 «Сведения о злокачественных новообразованиях». На основании этих данных были рассчитаны и впоследствии стандартизованы с использованием прямого метода стандартизации (стандарт – возрастная структура мужчин соответствующего возрастного диапазона в РФ за 2011 г.) «грубые» показатели заболеваемости ЗН трахеи,

бронхов, легких у мужчин трудоспособного возраста и в возрастном диапазоне от 40 до 65 лет. Были рассчитаны 95%-ные доверительные интервалы (95 % ДИ). Выбор данного возрастного диапазона обусловлен латентным периодом развития ЗН, продолжительностью экспозиции к профессиональным факторам и факторам окружающей среды. С целью разделения показателей на квартили для последующего создания картограмм проведен квартильный анализ. Данные о доле работников, занятых во вредных и (или) опасных условиях труда, были получены из доклада «Состояние условий труда работников организаций Российской Федерации по отдельным видам экономической деятельности в 2021 году» Федеральной службы государственной статистики (Росстат). Информация о количестве выбросов веществ получена из формы № 2-ТП (воздух) «Сведения об охране атмосферного воздуха» Росстата. Проведен корреляционный анализ для оценки наличия потенциальной взаимосвязи между стандартизованными показателями заболеваемости у мужчин трудоспособного возраста РФ в 2021 г. и долей работников мужского пола, занятых на работах во вредных и опасных условиях труда, долей работников, занятых в условиях воздействия аэрозолей преимущественно фиброгенного действия; долей курильщиков (%) (среди мужчин старше 15 лет); количеством (тонн) выброшенного в атмосферу кадмия оксида, никеля и его соединений, хрома (в пересчете на хрома (VI) оксид), мышьяка (неорганические соединения (в пересчете на мышьяк)), бензапирена, пыли неорганической $\text{SiO}_2 > 70\%$, пыли неорганической 70–20 % SiO_2 , летучих органических соединений (ЛОС) в 2021 г. с использованием коэффициента ранговой корреляции Кендалла. Выбор метода обусловлен ненормальностью распределения исследуемых показателей. При проведении регрессионного анализа оценивалась линейная зависимость стандартизованного показателя заболеваемости ЗН трахеи, бронхов, легких (С33, С34) у мужчин РФ трудоспособного возраста от вышеперечисленных параметров. Отбор факторов проводился методом исключения статистически не значимых факторов, впоследствии была разработана прогностическая регрессионная модель. Для статистической обработки были применены MS Office Excel 2019, IBM SPSS Statistics 26.

Результаты и их обсуждение. В Российской Федерации за период с 2011 по 2021 г. у мужчин в возрастном диапазоне от 40 до 65 лет был впервые зарегистрирован 256 421 случай ЗН трахеи, бронхов, легких (С33, С34), что составляет 50,44 % от всех впервые выявленных случаев ЗН вышеуказанной локализации среди всех возрастных групп мужчин за данный пери-

² Health and safety at work. Details by NACE [Электронный ресурс] // Eurostat: Data Browser. – 2019. – URL: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/explore/all/popul?lang=en&subtheme=hlth.hsw&display=list&sort=category&extractId=HSW_N2_01__custom_2403901 (дата обращения: 30.07.2023).

од. В возрастной структуре наибольшее количество случаев ЗН трахеи, бронхов, легких (С33, С34) с 2011 по 2021 г. приходилось на группу 60–64 лет.

Стандартизованный показатель заболеваемости ЗН трахеи, бронхов, легких (С33, С34) среди мужчин в возрасте от 40 до 65 лет в 2011 г. в РФ составил 109,47 (95 % ДИ: 108,11–110,84), в 2021 г. – 80,89 (95 % ДИ: 79,73–82,05). В РФ была отмечена тенденция к снижению заболеваемости ЗН трахеи, бронхов, легких (С33, С34) в течение периода наблюдения со среднегодовым темпом минус 2,92 %.

Среди федеральных округов (ФО) наибольший среднегодовой темп снижения показателей заболеваемости в 2011–2021 гг. наблюдался в Северо-Кавказском ФО – минус 4,04 %, наименьший – в Сибирском ФО – минус 2,30 %.

Наибольшим среднегодовым темпом снижения среди субъектов РФ в 2011–2021 гг. обладала Чеченская Республика – минус 7,77 %, наименьшим – Республика Хакасия – минус 0,17 % (рис. 1).

Среди мужчин трудоспособного возраста с 2011 по 2021 г. было зарегистрировано 150 149 случаев ЗН трахеи, бронхов, легких (С33, С34), что составляет 29,54 % от всех случаев ЗН вышеупомянутой локализации среди мужчин за период наблюдения. В РФ в 2011 г. стандартизованный показатель

заболеваемости ЗН трахеи, бронхов, легких (С33 С34) среди мужчин трудоспособного возраста составил 34,93 (95 % ДИ: 34,39–35,47), а в 2021 г. – 23,93 (95 % ДИ: 23,47–24,40), среднегодовой темп снижения – минус 3,37 %. Северо-Кавказский ФО обладал наибольшим среднегодовым темпом снижения показателей заболеваемости – минус 4,60 %, наименьшим – Сибирский ФО – минус 2,53 %.

Наибольшим среднегодовым темпом снижения показателей заболеваемости обладала Чеченская Республика – минус 10,85 %. Среднегодовой темп прироста наблюдался в Мурманской области – +0,31 %. (рис. 2).

В процессе проведения исследования «грубые» и стандартизованные показатели заболеваемости ЗН трахеи, бронхов, легких (С33, С34) у мужчин в возрасте от 40 до 65 лет, а также мужчин трудоспособного возраста были разделены на четыре квартиля. Субъекты с наименьшими значениями входили в первый квартиль, а с наибольшими – в четвертый (табл. 1, 2, рис. 3, 4). Также на квартили были разделены показатели доли работников, занятых во вредных и (или) опасных условиях труда. Обращает на себя внимание частичное совпадение территорий с высокими показателями заболеваемости с территориями с преобладающей долей работников, занятых во вредных и (или) опасных условиях труда (рис. 3–5).

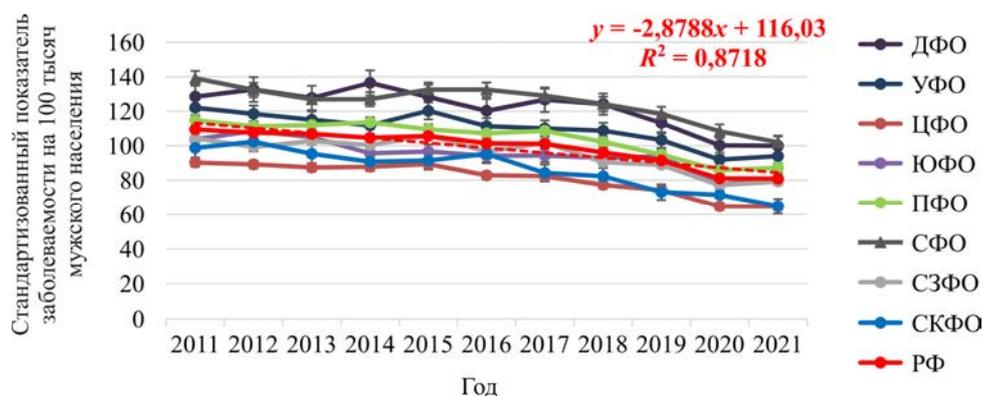


Рис. 1. Динамика стандартизованных показателей заболеваемости ЗН трахеи, бронхов, легких (С33, С34) среди мужского населения в возрастном диапазоне от 40 до 65 лет в РФ 2011–2021 гг.

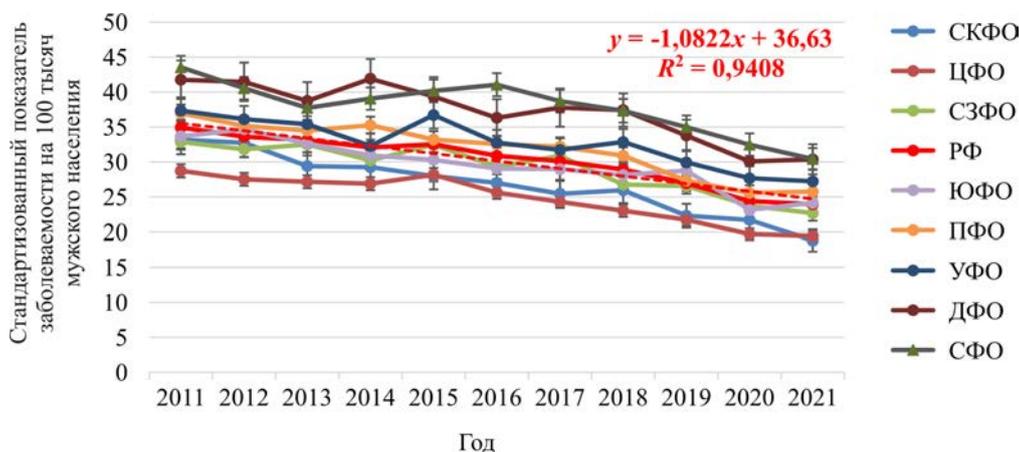


Рис. 2. Динамика стандартизованных показателей заболеваемости ЗН трахеи, бронхов, легких (С33, С34) среди мужского населения трудоспособного возраста в РФ 2011–2021 гг.

Таблица 1

Распределение по квартилям грубых и стандартизованных показателей заболеваемости ЗН трахеи, бронхов, легких (С33, С34) у мужчин РФ трудоспособного возраста в 2011–2021 гг.

| Год | Квартиль | | | | |
|---|----------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| <i>«Грубые» показатели заболеваемости ЗН трахеи, бронхов, легких (С33, С34) у мужчин трудоспособного возраста в РФ (на 100 тысяч мужского населения)</i> | | | | | |
| 2011 | 8,78 | 32,59 | 39,28 | 44,30 | 56,31 |
| 2012 | 17,14 | 32,91 | 37,63 | 42,28 | 54,28 |
| 2013 | 13,98 | 32,44 | 38,73 | 44,35 | 64,74 |
| 2014 | 16,30 | 30,93 | 36,29 | 43,10 | 85,95 |
| 2015 | 14,68 | 32,07 | 37,39 | 42,34 | 62,12 |
| 2016 | 16,75 | 30,16 | 34,91 | 40,50 | 63,45 |
| 2017 | 16,90 | 29,17 | 34,93 | 40,27 | 80,81 |
| 2018 | 9,99 | 30,04 | 33,43 | 37,91 | 54,74 |
| 2019 | 7,37 | 25,70 | 31,42 | 34,53 | 46,46 |
| 2020 | 10,87 | 23,86 | 27,88 | 33,56 | 40,90 |
| 2021 | 8,33 | 22,85 | 27,40 | 30,96 | 49,04 |
| <i>Стандартизованные показатели заболеваемости ЗН трахеи, бронхов, легких (С33, С34) у мужчин трудоспособного возраста в РФ (на 100 тысяч мужского населения)</i> | | | | | |
| 2011 | 11,72 | 32,73 | 38,49 | 41,99 | 63,49 |
| 2012 | 14,09 | 32,79 | 36,25 | 40,54 | 56,53 |
| 2013 | 14,88 | 31,63 | 37,10 | 42,16 | 69,06 |
| 2014 | 17,60 | 29,74 | 34,80 | 41,82 | 80,17 |
| 2015 | 18,82 | 30,54 | 35,06 | 40,01 | 54,88 |
| 2016 | 17,58 | 29,16 | 33,46 | 39,18 | 70,39 |
| 2017 | 16,87 | 28,25 | 32,78 | 38,43 | 73,63 |
| 2018 | 12,88 | 28,25 | 32,07 | 36,72 | 52,02 |
| 2019 | 7,25 | 25,55 | 29,71 | 33,97 | 46,58 |
| 2020 | 12,85 | 23,41 | 27,30 | 32,24 | 44,80 |
| 2021 | 7,58 | 23,19 | 27,37 | 30,71 | 52,13 |

Таблица 2

Распределение по квартилям грубых и стандартизованных показателей заболеваемости ЗН трахеи, бронхов, легких (С33, С34) на 100 тысяч населения у мужчин РФ в возрасте от 40 до 65 лет в 2011–2021 гг.

| Год | Квартиль | | | | |
|---|----------|--------|--------|--------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| <i>«Грубые» показатели заболеваемости ЗН трахеи, бронхов, легких (С33, С34) у мужчин в возрасте от 40 до 65 лет в РФ (на 100 тысяч мужского населения)</i> | | | | | |
| 2011 | 38,01 | 103,93 | 122,59 | 134,76 | 173,39 |
| 2012 | 53,18 | 103,78 | 119,07 | 130,89 | 187,27 |
| 2013 | 42,01 | 103,63 | 121,95 | 140,98 | 212,42 |
| 2014 | 49,69 | 101,57 | 116,47 | 141,17 | 212,59 |
| 2015 | 57,26 | 106,34 | 121,78 | 134,76 | 188,98 |
| 2016 | 54,89 | 104,91 | 115,10 | 131,82 | 209,41 |
| 2017 | 58,50 | 100,30 | 117,12 | 136,96 | 232,80 |
| 2018 | 49,02 | 97,91 | 114,95 | 126,95 | 175,45 |
| 2019 | 54,13 | 97,89 | 106,50 | 118,49 | 161,21 |
| 2020 | 41,85 | 84,23 | 94,29 | 106,41 | 135,99 |
| 2021 | 27,00 | 82,46 | 95,08 | 107,07 | 154,21 |
| <i>Стандартизованные показатели заболеваемости ЗН трахеи, бронхов, легких (С33, С34) у мужчин в возрасте от 40 до 65 лет в РФ (на 100 тысяч мужского населения)</i> | | | | | |
| 2011 | 48,90 | 105,40 | 120,57 | 131,57 | 172,90 |
| 2012 | 59,40 | 104,24 | 115,98 | 127,38 | 176,58 |
| 2013 | 54,45 | 103,08 | 118,18 | 135,31 | 210,44 |
| 2014 | 52,14 | 97,63 | 113,29 | 133,95 | 215,07 |
| 2015 | 61,71 | 100,47 | 117,55 | 127,47 | 172,18 |
| 2016 | 55,17 | 100,34 | 109,15 | 126,98 | 210,83 |

| Год | Квартиль | | | | |
|------|----------|-------|--------|--------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 2017 | 58,55 | 96,70 | 109,41 | 128,37 | 244,02 |
| 2018 | 48,34 | 93,10 | 106,84 | 120,27 | 165,66 |
| 2019 | 53,22 | 89,47 | 100,80 | 111,48 | 147,98 |
| 2020 | 41,10 | 80,53 | 92,60 | 102,93 | 142,04 |
| 2021 | 26,42 | 79,20 | 91,46 | 101,86 | 156,95 |

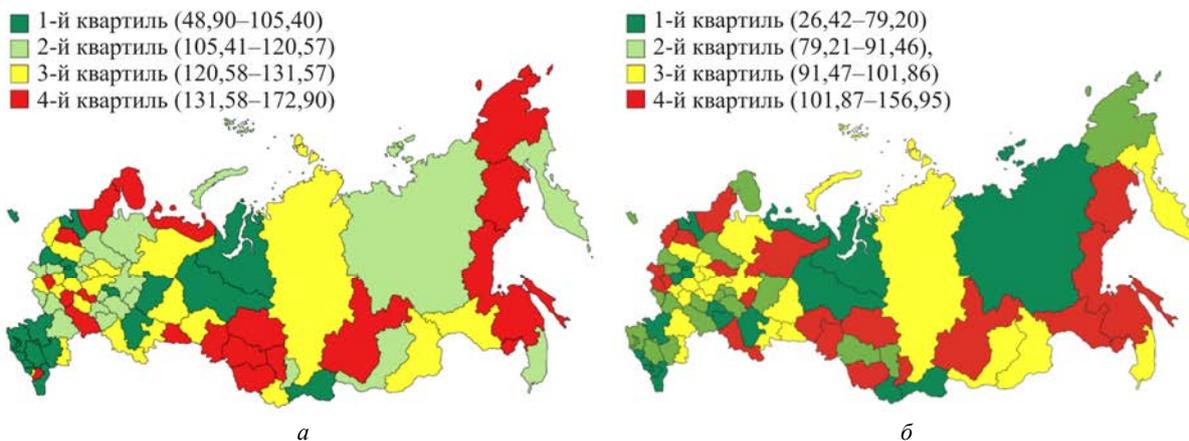


Рис. 3. Картограммы распределения по квартилям стандартизованных показателей заболеваемости ЗН трахеи, бронхов, легких (С33, С34) на 100 тысяч населения у мужчин РФ в возрастном диапазоне от 40 до 65 лет: а – в 2011 г.; б – в 2021 г.

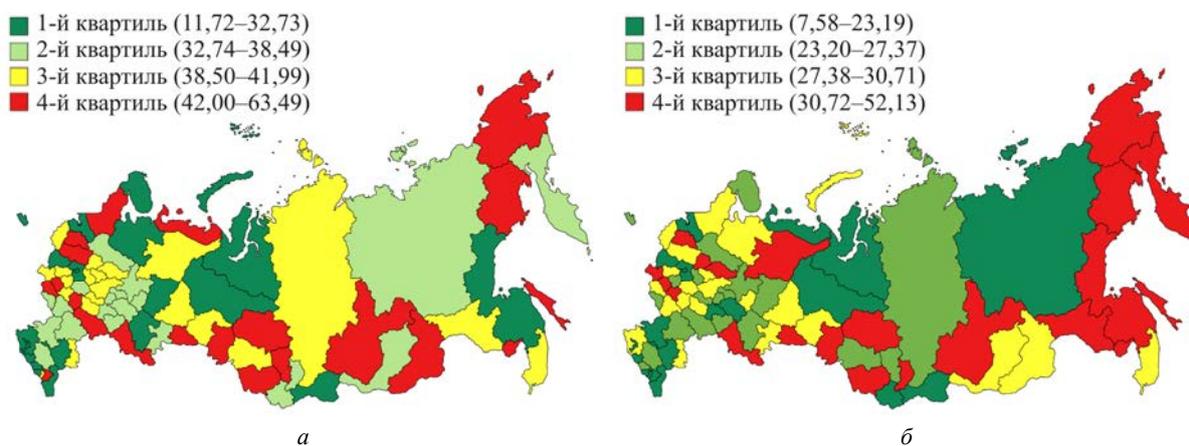


Рис. 4. Картограммы распределения по квартилям стандартизованных показателей заболеваемости ЗН трахеи, бронхов, легких (С33, С34) на 100 тысяч населения у мужчин трудоспособного возраста в РФ: а – в 2011 г.; б – в 2021 г.

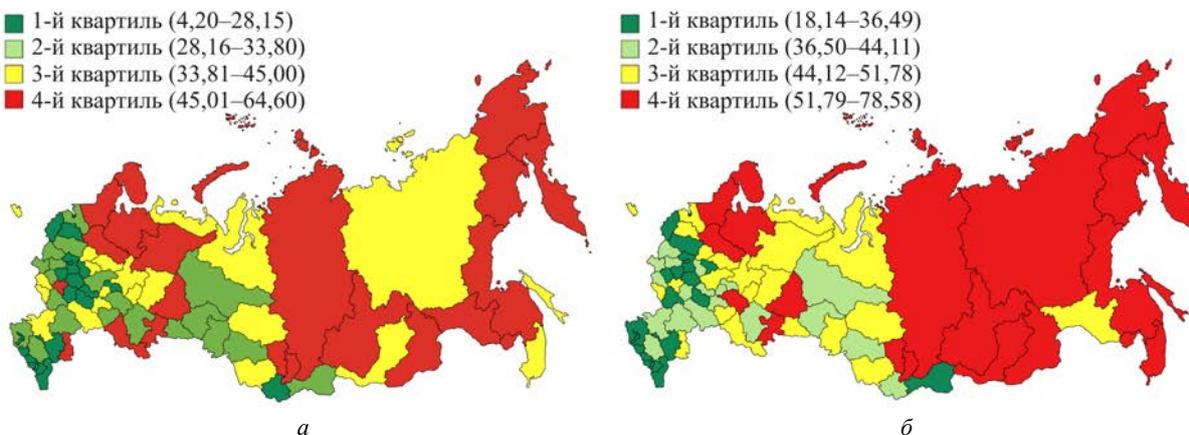


Рис. 5. Картограмма распределения по квартилям доли работников, занятых во вредных и (или) опасных условиях труда в РФ: а – в 2011 г.; б – в 2021 г.

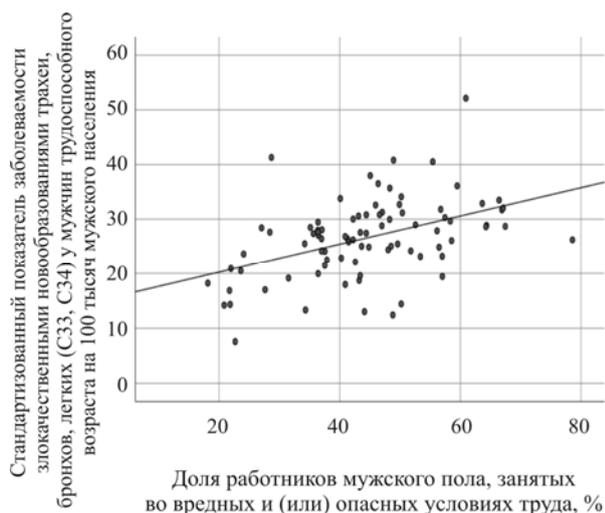


Рис. 6. Графическое представление результатов корреляционного анализа

В процессе проведения корреляционного анализа с использованием ранговой корреляции Кендалла была установлена достоверная ($p < 0,01$) умеренной силы положительная корреляционная связь ($\tau = +0,31$) между стандартизованными показателями заболеваемости ЗН трахеи, бронхов, легких (С33, С34) у мужчин трудоспособного возраста РФ в 2021 г. и долей работников мужского пола, занятых на работах во вредных и опасных условиях труда, в 2021 г. Значимой корреляционной связи между вышеуказанными показателями заболеваемости и показателями, характеризующими загрязнение атмосферного воздуха, получено не было (рис. 6).

На следующем этапе исследования был проведен множественный регрессионный анализ. После отбора факторов методом исключения статистически не значимых факторов была разработана прогностическая регрессионная модель:

$$Y_{\text{заб-ть С33, С34}} = 8,058 + 0,185X_{\text{вред. усл. труда}} + 0,282X_{\text{курение}},$$

где $Y_{\text{заб-ть С33, С34}}$ – стандартизованный показатель заболеваемости злокачественными новообразованиями трахеи, бронхов, легких (С33, С34) среди мужского населения РФ трудоспособного возраста в 2021 г., на 100 тысяч населения;

$X_{\text{вред. усл. труда}}$ – доля работников мужского пола, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, %;

$X_{\text{курение}}$ – доля курильщиков среди мужчин старше 15 лет, %.

Полученная зависимость характеризовалась статистически значимой корреляционной связью заметной тесноты по шкале Чеддока ($r_{xy} = 0,510$; $p < 0,001$). В соответствии со скорректированным коэффициентом детерминации R^2 в приведенной выше модели 24,2 % дисперсии стандартизованного показателя заболеваемости ЗН трахеи, бронхов, легких (С33, С34) среди мужского населения РФ трудоспособного возраста в 2021 г. на 100 тысяч населения определялись учитываемыми факторами.

Согласно значениям коэффициентов регрессии, увеличение доли работников мужского пола, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, на единицу соответствовало увеличению стандартизованного показателя заболеваемости злокачественными новообразованиями трахеи, бронхов, легких (С33, С34) на 0,185 ($p < 0,001$). Увеличение доли курильщиков на единицу сопровождалось увеличением показателя заболеваемости на 0,282 ($p < 0,001$).

Выводы. ЗН трахеи, бронхов, легких являются важной социальной проблемой. Анализ стандартизованных показателей заболеваемости ЗН трахеи, бронхов, легких (С33, С34) мужского населения РФ в 2011–2021 гг. показал наличие тенденции к снижению, однако стоит отметить, что показатели по-прежнему остаются на высоком уровне, особенно среди возрастной группы от 40 до 65 лет.

Результаты, полученные в процессе проведения корреляционного анализа, о наличии потенциальной связи между заболеваемостью ЗН вышеупомянутой локализации и долей работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, требуют более глубокого рассмотрения и анализа в последующих исследованиях.

Низкое число установленных случаев профессиональных ЗН в РФ обусловлено недооцениванием вклада вредных и (или) опасных условий труда в развитие ЗН. По нашему мнению, при установлении диагноза ЗН врачам-онкологам необходимо уделять пристальное внимание вопросам профессионального маршрута. В свою очередь работодателям для сохранения здоровья работающих следует акцентировать внимание на первичной профилактике ЗН профессионального генеза, например, в рамках корпоративных практик предприятий.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Рак легкого (С33, 34). Заболеваемость, смертность, достоверность учета, локализационная и гистологическая структура (популяционное исследование) / В.М. Мерабишвили, Ю.П. Юркова, А.М. Щербаков, Е.В. Левченко, А.А. Барчук, Н.Ф. Кротов, Э.Н. Мерабишвили // Вопросы онкологии. – 2021. – Т. 67, № 3. – С. 361–367. DOI: 10.37469/0507-3758-2021-67-3-361-367

2. Юркова Ю.П., Мерабишвили В.М., Левченко Е.В. Эпидемиология и выживаемость больных раком легкого, влияние COVID-19 (клинико-популяционное исследование) // Вопросы онкологии. – 2022. – Т. 68, № 5. – С. 576–588. DOI: 10.37469/0507-3758-2022-68-5-576-588
3. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries / H. Sung, J. Ferlay, R.L. Siegel, M. Laversanne, I. Soerjomataram, A. Jemal, F. Bray // CA Cancer J. Clin. – 2021. – Vol. 71, № 3. – P. 209–249. DOI: 10.3322/caac.21660
4. GBD 2019 Respiratory Tract Cancers Collaborators. Global, regional, and national burden of respiratory tract cancers and associated risk factors from 1990 to 2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019 // Lancet Respir. Med. – 2021. – Vol. 9, № 9. – P. 1030–1049. DOI: 10.1016/S2213-2600(21)00164-8
5. Outdoor air pollution and cancer: An overview of the current evidence and public health recommendations / M.C. Turner, Z.J. Andersen, A. Baccarelli, W.R. Diver, S.M. Gapstur, C.A. Pope 3rd, D. Prada, J. Samet [et al.] // CA Cancer J. Clin. – 2020. – Vol. 70, № 6. – P. 460–479. DOI: 10.3322/caac.21632
6. Nishida C., Yatera K. The Impact of Ambient Environmental and Occupational Pollution on Respiratory Diseases // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2022. – Vol. 19, № 5. – P. 2788. DOI: 10.3390/ijerph19052788
7. Indoor Air Pollution and the Health of Vulnerable Groups: A Systematic Review Focused on Particulate Matter (PM), Volatile Organic Compounds (VOCs) and Their Effects on Children and People with Pre-Existing Lung Disease / T.Z. Maung, J.E. Bishop, E. Holt, A.M. Turner, C. Pfrang // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2022. – Vol. 19, № 14. – P. 8752. DOI: 10.3390/ijerph19148752
8. Global burden of tracheal, bronchus, and lung cancer attributable to occupational carcinogens in 204 countries and territories, from 1990 to 2019: results from the global burden of disease study 2019 / Y. Zhang, M. Mi, N. Zhu, Z. Yuan, Y. Ding, Y. Zhao, Y. Lu, S. Weng, Y. Yuan // Ann. Med. – 2023. – Vol. 55, № 1. – P. 2206672. DOI: 10.1080/07853890.2023.2206672
9. Серебряков П.В. Профессиональный рак. Проблемы выявляемости // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – Т. 59, № 9. – С. 749–750. DOI: 10.31089/1026-9428-2019-59-9-749-750
10. Влияние курения на формирование профессиональных заболеваний легких у работающих, контактирующих с промышленными аэрозолями / О.О. Салагай, И.В. Бухтияров, Л.П. Кузьмина, Л.М. Безрукавникова, А.Г. Хотулева, Р.А. Анварул // Общественное здоровье. – 2021. – Т. 1, № 3. – С. 32–41. DOI: 10.21045/2782-1676-2021-1-3-32-41
11. Шаньгина О.В., Мукерия А.Ф., Заридзе Д.Г. Профессиональная экспозиция к полициклическим ароматическим углеводородам и рак легкого // Вопросы онкологии. – 2022. – Т. 68, № 3S. – С. 168–169.
12. Ильницкий А.П. Первичная профилактика рака. – М.: АБВ-пресс, 2023. – 412 с.
13. Шуц Д., Олссон Э. На пути к ликвидации профессионального рака в Российской Федерации: исследования, направленные на профилактику онкологических заболеваний (Часть 1) // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – № 2. – С. 104–106. DOI: 10.31089/1026-9428-2019-2-104-106
14. Шуц Д., Олссон Э. На пути к ликвидации профессионального рака в Российской Федерации: исследования, направленные на профилактику онкологических заболеваний (Часть 2) // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – № 3. – С. 167–173. DOI: 10.31089/1026-9428-2019-3-167-173
15. Современные подходы к диагностике и экспертизе при профессиональных злокачественных новообразованиях легких / С. Бабанов, Д. Будащ, А. Байкова, Н. Рыжова // Врач. – 2018. – Т. 29, № 2. – С. 6–11. DOI: 10.29296/25877305-2018-02-02
16. Бремя профессиональных заболеваний органов дыхания / Ю.Ю. Горблянский, Т.Е. Пиктушанская, М.А. Панова, Е.П. Конторович, О.П. Понамарева // Медицина труда и промышленная экология. – 2021. – Т. 61, № 4. – С. 243–252. DOI: 10.31089/1026-9428-2021-61-4-243-252
17. Совершенствования организационных форм в диагностике профессиональных злокачественных новообразований на региональном уровне / Н.И. Горяев, А.С. Самойлов, О.Н. Горбачева, А.С. Кретов // Медицина труда и промышленная экология. – 2020. – Т. 60, № 1. – С. 40–43. DOI: 10.31089/1026-9428-2020-60-1-40-43
18. Олссон Э., Шубауер-Бериган М., Шюц Й. Стратегии международного агентства по изучению рака по снижению бремени профессиональных злокачественных новообразований // Медицина труда и промышленная экология. – 2021. – Т. 61, № 3. – С. 140–154. DOI: 10.31089/1026-9428-2021-61-3-140-154
19. Бабанов С.А., Будащ Д.С. Профессиональные заболевания легких: статистические показатели, оценка рисков и биологические маркеры // Медицина неотложных состояний. – 2018. – № 1 (88). – С. 142–150. DOI: 10.22141/2224-0586.1.88.2018.124982
20. Оценка социально-экономического бремени рака легкого в Российской Федерации / М.В. Авксентьева, Ф.В. Горкавенко, А.В. Никитина, А.Г. Савилова, К.В. Герасимова, Н.З. Мусина, В.В. Омеляновский // Медицинские технологии. Оценка и выбор. – 2018. – № 4 (34). – С. 63–75. DOI: 10.31556/2219-0678.2018.34.4.063-075
21. Козлов Н.В. Экономическое бремя инвалидности от рака легкого // Социология. – 2019. – № 1. – С. 275–281.

Бухтияров И.В., Вязовиченко Ю.Е., Хвалюк П.О. Оценка вероятной взаимосвязи между влиянием вредных и (или) опасных условий труда, загрязнением атмосферного воздуха и заболеваемостью злокачественными новообразованиями трахеи, бронхов, легких (С33, С34) у мужского населения Российской Федерации // Анализ риска здоровью. – 2023. – № 4. – С. 86–95. DOI: 10.21668/health.risk/2023.4.08

ASSESSMENT OF A PROBABLE RELATIONSHIP BETWEEN INFLUENCE OF HARMFUL AND (OR) HAZARDOUS WORKING CONDITIONS, AMBIENT AIR POLLUTION AND THE INCIDENCE OF MALIGNANT NEOPLASMS OF THE TRACHEA, BRONCHI, AND LUNGS (C33, C34) IN THE MALE POPULATION OF THE RUSSIAN FEDERATION

I.V. Bukhtiyarov^{1,2}, Yu.E. Vyazovichenko¹, P.O. Khvalyuk^{1,2}

¹I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, 8-2 Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russian Federation

²Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31 Prospekt Budennogo, Moscow, 105275, Russian Federation

In 2021, in the Russian Federation, malignant neoplasms (MN) of the trachea, bronchi, lungs (ICD – C33, C34) occupied the first place in the structure of MN in men accounting for 16.4 %. Many studies show the existence of a potential connection between impacts of occupational factors and MN development; however, in Russia, the occupational genesis of MN is rarely recognized.

The aim of this study was to identify a relationship between working conditions, volumes of pollutants emitted into ambient air and the incidence of tracheal, bronchial, and lung MN in men.

The data were obtained from Form No. 7 "Information on malignant neoplasms", the Report "The state of working conditions for workers employed by economic entities operating in the Russian Federation as per specific types of economic activity", and Form No. 2-TP (air) "Information on the protection of ambient air" of Rosstat. We analyzed incidence rates of malignant neoplasms of the trachea, bronchi, and lungs among working age males, as well as males aged between 40 and 65 years in 2011–2021. The study involved quartile analysis (incidence rates were standardized with the direct method); correlation analysis (Kendall rank correlation); as well as multiple regression analysis. The latter was carried out to study effects of predictors (volumes of pollutants emitted into ambient air) on the selected criterion (MN incidence). The research data were statistically analyzed using MS Office Excel 2019, IBM SPSS Statistics 26.

A downward trend was established for the analyzed incidence rates in Russia. A moderate positive correlation ($\tau = +0.31$) was obtained between the proportion of workers employed in harmful or hazardous working conditions and the incidence of MN of the specified localization. A predictive regression model was developed.

The obtained results of the correlation analysis require more in-depth consideration in subsequent studies. In our opinion, oncologists need to study occupational routes of their patients. Employers should focus on primary MN prevention within corporate practices of enterprises.

Keywords: occupational malignant neoplasms, trachea cancer, bronchus cancer, lung cancer, oncology, harmful working conditions, incidence rates, correlation analysis, prognostic regression model.

References

1. Merabishvili V.M., Iurkova Iu.P., Shcherbakov A.M., Levchenko E., Barchuk A., Krotov N., Merabishvili E. Lung cancer (C33, 34). Morbidity, mortality, accuracy of registration, localization and histological structure (population study). *Voprosy onkologii*, 2021, vol. 67, no. 3, pp. 361–367. DOI: 10.37469/0507-3758-2021-67-3-361-367 (in Russian).

2. Yurkova Yu.P., Merabishvili V.M., Levchenko E.V. Epidemiology and survival of lung cancer patients, the impact of COVID-19 (clinical and population-based study). *Voprosy onkologii*, 2022, vol. 68, no. 5, pp. 576–588. DOI: 10.37469/0507-3758-2022-68-5-576-588 (in Russian).

© Bukhtiyarov I.V., Vyazovichenko Yu.E., Khvalyuk P.O., 2023

Igor V. Bukhtiyarov – Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, Director (e-mail: bukhtiyarov@iriioh.ru; tel.: +7 (495) 365-02-09; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8317-2718>).

Yurii E. Vyazovichenko – Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Epidemiology and Evidence-Based Medicine (e-mail: vyazovichenko_yu_e@staff.sechenov.ru; tel.: +7 (916) 518-79-96; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3986-9566>).

Polina O. Khvalyuk – postgraduate student of the Department of Epidemiology and Evidence-Based Medicine; Junior Researcher at the Laboratory of Social and Hygienic Research (e-mail: xvalyk@yandex.ru; tel.: +7 (902) 091-09-92; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5301-847X>).

3. Sung H., Ferlay J., Siegel R.L., Laversanne M., Soerjomataram I., Jemal A., Bray F. Global cancer statistics for 2020: GLOBOCAN estimates of morbidity and mortality worldwide from 36 types of cancer in 185 countries. *CA Cancer J. Clin.*, 2021, vol. 71, no. 3, pp. 209–249. DOI: 10.3322/caac.21660
4. GBD 2019 Respiratory Tract Cancers Collaborators. Global, regional and national burden of respiratory tract cancer and associated risk factors from 1990 to 2019: a systematic analysis for the study of the global burden of disease 2019. *Lancet Respir. Med.*, 2021, vol. 9, no. 9, pp. 1030–1049. DOI: 10.1016/S2213-2600(21)00164-8
5. Turner M.S., Andersen Z.J., Baccarelli A., Diver W.R., Gapstur S.M., Pope C.A. 3rd, Prada D., Samet J. [et al.]. Outdoor air pollution and cancer: a review of current evidence and public health recommendations. *CA Cancer J. Clin.*, 2020, vol. 70, no. 6, pp. 460–479. DOI: 10.3322/caac.21632
6. Nishida S., Yater K. The impact of environmental pollution and occupational activity on respiratory diseases. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2022, vol. 19, no. 5, pp. 2788 DOI: 10.3390/ijerph19052788
7. Maung T.Z., Bishop J.E., Holt E., Turner A.M., Pfrang C. Indoor air pollution and the health of vulnerable groups: A systematic review of particulate matter (PM), volatile organic compounds (VOCs) and their effects on children and people with pre-existing lung diseases. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2022, vol. 19, no. 14, pp. 8752. DOI: 10.3390/ijerph19148752
8. Zhang Y., Mi M., Zhu N., Yuan Z., Ding Y., Zhao Y., Lu Y., Weng S., Yuan Y. The global burden of cancer of the trachea, bronchi and lungs caused by occupational carcinogens in 204 countries and territories, from 1990 to 2019: results of a study of the global burden of diseases for 2019. *Ann. Med.*, 2023, vol. 55, no. 1, pp. 2206672. DOI: 10.1080/07853890.2023.2206672
9. Serebryakov P.V. Occupational cancer. The problem of the detection. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2019, vol. 59, no. 9, pp. 749–750. DOI: 10.31089/1026-9428-2019-59-9-749-750 (in Russian).
10. Salagay O.O., Bukhtiyarov I.V., Kuzmina L.P., Bezrukavnikova L.M., Khotuleva A.G., Anvarul R.A. The influence of smoking on the formation of occupational lung diseases in workers who come into contact with industrial aerosols. *Obshchestvennoe zdorov'e*, 2021, vol. 1, no. 3, pp. 32–41. DOI: 10.21045/2782-1676-2021-1-3-32-41 (in Russian).
11. Shan'gina O.V., Mukeriya A.F., Zaridze D.G. Professional'naya ekspozitsiya k politsiklicheskim aromaticeskim uglevodorodam i rak legkogo [Occupational exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and lung cancer]. *Voprosy onkologii*, 2022, vol. 68, no. 3S, pp. 168–169 (in Russian).
12. Il'nitskii A.P. Pervichnaya profilaktika raka [Primary prevention of cancer]. Moscow, ABV-press, 2023, 412 p. (in Russian).
13. Schüz J., Olsson A. Towards the elimination of occupational cancers in the Russian Federation: cancer research for cancer prevention (Part 1). *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2019, no. 2, pp. 104–106. DOI: 10.31089/1026-9428-2019-2-104-106 (in Russian).
14. Schüz J., Olsson A. Towards the elimination of occupational cancers in the Russian Federation: cancer research for cancer prevention (Part 2). *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2019, no. 3, pp. 167–173. DOI: 10.31089/1026-9428-2019-3-167-173 (in Russian).
15. Babanov S., Budash D., Baikova A., Ryzhova N. Current approaches to diagnosing and examining occupational lung cancer. *Vrach*, 2018, vol. 29, no. 2, pp. 6–11. DOI: 10.29296/25877305-2018-02-02 (in Russian).
16. Gorblyansky Y.Y., Pictushanskaya T.E., Panova M.A., Kontorovich E.P., Ponamareva O.P. Burden of occupational lung disease. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2021, vol. 61, no. 4, pp. 243–252. DOI: 10.31089/1026-9428-2021-61-4-243-252 (in Russian).
17. Goryaev N.I., Samoilov A.S., Gorbacheva O.N., Kretov A.S. Improving organizational forms in the diagnosis of professional malignant neoplasms at the regional level. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2020, vol. 60, no. 1, pp. 40–43. DOI: 10.31089/1026-9428-2020-60-1-40-43 (in Russian).
18. Olsson E., Schubauer-Berigan M., Schuz J. Strategies of the International Agency for Research on Cancer (IARC/WHO) to reduce the occupational cancer burden. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2021, vol. 61, no. 3, pp. 140–154. DOI: 10.31089/1026-9428-2021-61-3-140-154
19. Babanov S.A., Budash D.S. Occupational lung diseases: statistical indicators, risk assessment and biological markers. *Meditsina neotlozhnykh sostoyanii*, 2018, no. 1 (88), pp. 142–150. DOI: 10.22141/2224-0586.1.88.2018.124982 (in Russian).
20. Avxentyeva M.V., Gorkavenko F.V., Nikitina A.V., Savilova A.G., Gerasimova K.V., Musina N.Z., Omelyanovskiy V.V. Estimation of Socioeconomic Burden of Lung Cancer in the Russian Federation. *Meditsinskie tekhnologii. Otsenka i vybor*, 2018, no. 4 (34), pp. 63–75. DOI: 10.31556/2219-0678.2018.34.4.063-075 (in Russian).
21. Kozlov N.V. Economic burden of disability of lung cancer. *Sotsiologiya*, 2019, no. 1, pp. 275–281.

Bukhtiyarov I.V., Vyazovichenko Yu.E., Khvalyuk P.O. Assessment of a probable relationship between influence of harmful and (or) hazardous working conditions, ambient air pollution and the incidence of malignant neoplasms of the trachea, bronchi, and lungs (C33, C34) in the male population of the Russian Federation. Health Risk Analysis, 2023, no. 4, pp. 86–95. DOI: 10.21668/health.risk/2023.4.08.eng

Получена: 09.08.2023

Одобрена: 27.11.2023

Принята к публикации: 20.12.2023