

EDN: <https://elibrary.ru/pjfusw>DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2026-66-1-12-25>

УДК 613.6.027; 613.633

© Коллектив авторов, 2026

Энн Олссон<sup>1</sup>, Йоахим Шюц<sup>1</sup>, Бухтияров И.В.<sup>2,3</sup>, Моника Мойссонье<sup>1</sup>, Остроумова Е.В.<sup>1</sup>, Жиль Ферро<sup>1</sup>, Элеонора Фелетто<sup>1,4</sup>, Грэхем Бирнс<sup>1</sup>, Цхомария И.М.<sup>2</sup>, Курт Штрайф<sup>1</sup>, Морозова Т.В.<sup>3</sup>, Ханс Кромхаут<sup>5</sup>, Ковалевский Е.В.<sup>2,3</sup>

## Показатели смертности по причинам смерти в когорте работников, занятых на добыче и обогащении асбеста (Asbest Chrysotile Cohort-Study), в сравнении с показателями среди населения Свердловской области, Российская Федерация

<sup>1</sup>Международное агентство по изучению рака Всемирной организации здравоохранения, Лион, Франция;

<sup>2</sup>ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», Москва, 105275;

<sup>3</sup>ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» (Сеченовский университет), Москва, 119048;

<sup>4</sup>Даффодил Центр, Сиднейский университет, Совет по онкологии Нового Южного Уэльса, Вуллумулу, Австралия;

<sup>5</sup>Институт наук по оценке рисков, Утрехтский университет, Утрехт, Нидерланды

**Цели исследования.** В дополнение к ранее опубликованному сравнительному исследованию смертности работников, включённых в когортное исследование «Асбест – Хризотил» («Asbest Chrysotile Cohort Study») в статье приводится сравнение смертности в когорте и населения Свердловской области.

**Материалы и методы.** Использовалась база когортного исследования «Асбест – Хризотил» и данные по населению Свердловской области, полученные в территориальном управлении Федеральной службы государственной статистики. Были рассчитаны стандартизированные по полу коэффициенты смертности (СКС) и 95% доверительные интервалы (95% ДИ) для основных групп болезней по МКБ-10 и для выбранных локализаций злокачественных новообразований (для населения старше 15 лет в период с 1980 по 2015 год. Были рассчитаны соотношения показателей по Свердловской области к числу человеко-лет в каждой категории воздействия, чтобы оценить ожидаемое число смертей от рака лёгких. Для сравнения оцениваемых показателей в отдельных группах работников в когорте (карьер, обогатительные фабрики и т. д.) были рассчитаны СКС от рака лёгких у мужчин с учётом стажа (<5 лет, 5–14 лет и ≥15 лет) и периода начала трудовой деятельности (до или после 1975 года) для каждой категории. Работники карьера выступали в качестве референтной группы в каждой из категорий.

**Результаты.** Общая смертность мужчин в когорте была ниже областных показателей на 14%, главным образом вследствие меньшей смертности по наиболее распространённой причине смерти — болезням системы кровообращения. У женщин этот эффект был значительно слабее. В когорте наблюдалась повышенная смертность лиц обоих полов от болезней органов пищеварения (10–30%), крови и кроветворных органов (121–181%). Смертность от рака лёгких среди мужчин в когорте повышалась, начиная с 3-го квартиля по дозе пыли. В самом высоком квартиле СКС составил 1,30 (95% ДИ: 1,07–1,57). Среди женщин, даже подвергшихся высоким уровням воздействия, изменение в показателях смертности не достигало статистической значимости (СКС 1,69, 95% ДИ: 0,87–2,96). Повышения смертности в когорте от злокачественных новообразований гортани, желудка или яичников не наблюдалось. Среди мужчин-работников обогатительных фабрик, начавших работу до 1975 года, смертность от рака лёгких была выше, чем работников карьера.

**Заключение.** Наблюдаемое избыточное число злокачественных новообразований лёгких подтверждает предыдущие данные. Меры по управлению рисками на обогатительных фабриках в последние десятилетия снизили риск развития рака лёгких до уровня работников карьера.

**Первоисточник:** оригинал статьи на английском языке опубликован 06.11.2025 в журнале Journal of Occupational Medicine and Toxicology.

**Этика.** Когортное исследование «Asbest Chrysotile Cohort-Study» было одобрено Комитетом по этике Международного агентства по изучению рака (МАИР/ВОЗ) (IEC № 12-22, сентябрь 2012 г.).

**Для цитирования:** Олссон Э., Шюц Й., Бухтияров И.В., Мойссонье М., Остроумова Е.В., Ферро Ж., Фелетто Э., Бирнс Г., Цхомария И.М., Штрайф К., Морозова Т.В., Кромхаут Х., Ковалевский Е.В. Показатели смертности по причинам смерти в когорте работников, занятых на добыче и обогащении асбеста (Asbest Chrysotile Cohort-Study), в сравнении с показателями среди населения Свердловской области, Российская Федерация. *Мед. труда и пром. ecol.* 2026; 66(1): 12–25. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2026-66-1-12-25> <https://elibrary.ru/pjfusw>

**Для корреспонденции:** Йоахим Шюц, e-mail: [schuzj@iarc.who.int](mailto:schuzj@iarc.who.int)

### Участие авторов:

- Энн Олссон — подготовка рукописи, администрирование проекта, обработка данных, включая проверку качества, интерпретирование полученных данных;
- Йоахим Шюц — подготовка рукописи, формирование когорты, администрирование проекта, проведение формального анализа, интерпретирование полученных данных;
- Ханс Кромхаут — подготовка рукописи, проведение оценки экспозиции;
- Ковалевский Е.В. — подготовка рукописи, формирование когорты, администрирование проекта, обработка данных, включая проверку качества, интерпретирование полученных данных;
- Моника Мойссонье — подготовка таблиц и рисунков, обработка данных, включая проверку качества, проведение формального анализа;
- Бухтияров И.В. — формирование когорты, администрирование проекта, интерпретирование полученных данных;
- Курт Штрайф — формирование когорты;
- Элеонора Фелетто — проведение оценки экспозиции, обработка данных, включая проверку качества, проведение формального анализа;
- Цхомария И.М. — администрирование проекта, обработка данных, включая проверку качества, интерпретирование полученных данных;

Морозова Т.В. — администрирование проекта, интерпретирование полученных данных;  
 Остроумова Е.В. — обработка данных, включая проверку качества, интерпретирование полученных данных;  
 Жиль Ферро — обработка данных, включая проверку качества, проведение формального анализа;  
 Грэхем Бирнс — проведение формального анализа.

**Благодарности.** Доктор Кашанский С.В. из ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий», Екатеринбург, Российская Федерация, сыграл важную роль в проведении исследования, однако скончался 9 февраля 2023 года, и всей исследовательской группе его очень не хватает. Авторы выражают признательность команде по вводу данных в городе Асбест, которая тщательно перевела письменную информацию в электронный формат: ныне покойной Смирновой И.А., Лапухиной З.А. и Нурдиновой Ю.С.; и доктору Саре Дж. Шонфельд за её ценный вклад в разработку когортного исследования в целом и за перекодирование данных по области из МКБ-9 в МКБ-10. Авторы также хотели бы выразить признательность независимому научному консультативному совету (SAB). Члены научного консультативного совета представили свои рецензии на эту рукопись, но включение их замечаний осталось на усмотрение авторов.

**Финансирование.** Работа выполнена при поддержке Министерства здравоохранения Российской Федерации в рамках Федеральной целевой программы «Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации (2009–2014 годы) и (2015–2020 годы)» и совместного плана работ ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова» и Международного агентства по изучению рака.

**Конфликт интересов.** Ковалевский Е.В. сообщил, что получал платежи от компаний через институт и лично через консалтинговые фирмы за проведение оценки уровней воздействия асбеста на рабочих местах и соответствующих рисков развития асбестобусловленных заболеваний. Остальные авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Для обеспечения полной прозрачности Ковалевский Е.В. сообщил об участии в качестве эксперта по медицине труда и окружающей среде в составе делегации Министерства здравоохранения Российской Федерации на многочисленных заседаниях Всемирной ассамблеи здравоохранения, а также Конференции сторон Базельской и Роттердамской конвенций. Ковалевский Е.В. сообщил об участии в мероприятиях, организованных Международной хризотиловой ассоциацией, и уточнил, что все связанные с этим расходы были оплачены их соответствующими институтами.

**Отказ от ответственности.** Если авторы указаны как сотрудники МАИР/ВОЗ, только сами они несут ответственность за взгляды, выраженные в этой статье, и они не обязательно отражают решения, политику или взгляды МАИР/ВОЗ.

**Доступность данных.** Исходные данные не могут быть представлены общественности в соответствии с законодательством Российской Федерации о конфиденциальности данных.

**Примечание издателя оригинальной статьи.** Springer Nature сохраняет нейтралитет в отношении юрисдикционных претензий в опубликованных картах и принадлежности к учреждениям.

Дата поступления: 08.12.2025 / Дата принятия к печати: 23.12.2025 / Дата публикации: 15.02.2026

Ann Olsson<sup>1</sup>, Joachim Schüz<sup>1</sup>, Igor Bukhtiyarov<sup>2,3</sup>, Monika Moissonnier<sup>1</sup>, Evgenia Ostroumova<sup>1</sup>, Gilles Ferro<sup>1</sup>, Eleonora Feletto<sup>1,4</sup>, Graham Byrnes<sup>1</sup>, Iraklii Tskhomaria<sup>2</sup>, Kurt Straif<sup>1</sup>, Tatiana Morozova<sup>3</sup>, Hans Kromhout<sup>5</sup>, Evgeny Kovalevskiy<sup>2,3</sup>

## Cause-specific mortality among workers in asbestos mining and enrichment factories (Asbest Chrysotile Cohort Study) compared with the general population of Sverdlovsk Oblast, Russian Federation

<sup>1</sup>International Agency for Research on Cancer (IARC/WHO), Lyon, France;

<sup>2</sup>Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budyonnogo Ave., Moscow, 105275;

<sup>3</sup>I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), building 2, 8, Trubetskaya St., Moscow, 119048;

<sup>4</sup>The Daffodil Centre, The University of Sydney, Cancer Council New South Wales, Woolloomooloo, Australia;

<sup>5</sup>Institute for Risk Assessment Sciences, Utrecht University, Utrecht, The Netherlands

**Objectives.** Complementing the previously published cohort-internal comparison we hereby compare the cause-specific mortality in workers of the Asbest Chrysotile Cohort study (ACC) with the general population of Sverdlovsk Oblast where the mine and factories are located.

**Methods.** The ACC cohort database and the regional Federal State Statistic Service for the Sverdlovsk Oblast population were used. We calculated sex-specific standardized mortality ratios (SMRs) and 95% confidence intervals (CI) for the main ICD-10 disease groups and for selected cancer sites for the populations  $\geq 15$  years from 1980 to 2015. In relation to exposure, we applied the Sverdlovsk rates to the person-years in each exposure category to obtain expected numbers of lung cancer deaths. For comparing types of ACC workers (mine, enrichment factories, both), we calculated lung cancer SMRs in men by duration of employment (< 5 years, 5–14 years, and  $\geq 15$  years) and start of employment (before or after 1975) with miners as reference in each stratum.

**Results.** Overall mortality of men in the ACC was reduced by 14%, mainly because of the most common cause of death, circulatory disease; this effect was much weaker in women. Elevated mortality was observed for both sexes from diseases of the digestive system (10–30%) and blood and blood forming organs (121–181%). Lung cancer mortality in men was increased from the 3<sup>rd</sup> quartile of chrysotile containing dust and in the highest quartile with SMR 1.30, 95% CI 1.07–1.57, while the increase in high exposed women was not reaching statistical significance (SMR 1.69, 95% CI 0.87–2.96). No increased SMRs were seen for laryngeal, stomach or ovarian cancers. Male factory workers first employed before 1975 had higher lung cancer mortality compared to miners, but not when employed after 1974.

**Conclusions.** The observed excess in lung cancer confirms previous observations in the ACC. Risk management measures in the enrichment factories may have reduced the lung cancer risk to the level of the miners in recent decades.

**Ethics.** The ACC was approved by the International Agency for Research on Cancer (IARC/WHO) Ethics Committee (IEC No. 12–22, September 2012).

**For citation:** Olsson, A., Schüz, J., Bukhtiyarov, I. et al. Cause-specific mortality among workers in asbestos mining and enrichment factories (Asbest Chrysotile Cohort Study) compared with the general population of Sverdlovsk Oblast, Russian Federation. *J Occup Med Toxicol* 20, 37 (2025). <https://elibrary.ru/bqvewe> <https://doi.org/10.1186/s12995-025-00484-3>

**For correspondence:** Joachim Schuz, e-mail: [schuzj@iarc.who.int](mailto:schuzj@iarc.who.int)

**Contributions:**

- Ann Olsson* — preparation of the manuscript, project administration, data processing, including quality control, interpretation of the received data;
- Joachim Schüz* — manuscript preparation, cohort formation, project administration, formal analysis, interpretation of the data obtained;
- Hans Kromhout* — preparation of the manuscript, evaluation of the exposition;
- Evgeny Kovalevskiy* — manuscript preparation, cohort formation, project administration, data processing, including quality control, interpretation of the received data;
- Monika Moissonnier* — preparation of tables and figures, data processing, including quality control, and formal analysis;
- Igor Bukhtiyarov* — cohort formation, project administration, and data interpretation;
- Kurt Straif* — cohort formation;
- Eleonora Feletto* — conducting an exposure assessment, data processing, including quality control, and conducting a formal analysis;
- Iraklii Tskhomariia* — project administration, data processing, including quality control, and data interpretation;
- Tatiana Morozova* — project administration and data interpretation;
- Evgenia Ostroumova* — data processing, including quality control and data interpretation;
- Gilles Ferro* — data processing, including quality control, formal analysis;
- Graham Byrnes* — conducting a formal analysis.

**Acknowledgements.** Dr Sergey Kashanskiy from the Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers, Yekaterinburg, Russian Federation was instrumental in the conduct of the study but died on February 9, 2023 and is deeply missed by the entire study team. We acknowledge the data entry team in Asbest town who rigorously entered written information into electronic format: the late Isolina Smirnova, Zoya Lapuhina, and Yulia Nurdinova; and Dr Sara J. Schonfeld for her valuable contribution to the ACC overall and the re-coding of the oblast data from ICD-9 to ICD-10. The authors also wish to acknowledge the independent Scientific Advisory Board (SAB). The scientific advisory board members provided their reviews of this manuscript, but the integration of their comments remained at the discretion of the authors.

**Funding.** The work was supported by the Ministry of Health of the Russian Federation in the framework of the Federal target program "National System of Chemical and Biological Safety of the Russian Federation" of 2009–2014 and of 2015–2020 under a general framework of action between the Federal state budgetary scientific institution "Izmerov Research Institute of Occupational Health" (IRIOH) and the International Agency for Research on Cancer (IARC).

**Conflict of interest.** Dr Kovalevskiy reported receiving, on behalf of their institutes and personally through consulting firms, payments from companies to evaluate exposure to asbestos and risk of asbestos-related disease in those workplaces. All other authors have no competing interests to declare. For full transparency, Dr Kovalevskiy reported participation as an occupational and environmental health expert as part of the delegation of the Russian Ministry of Health at multiple World Health Assembly meetings as well as at the Conference of the Parties to the Basel and Rotterdam Conventions. Dr Kovalevskiy reported attending meetings organized by the International Chrysotile Association and reported that all expenses for attendance were paid by their respective institutes.

**Disclaimer.** Where authors are identified as personnel of IARC/WHO, the authors alone are responsible for the views expressed in this article, and they do not necessarily represent the decisions, policy, or views of IARC/WHO.

**Data availability.** Raw data cannot be made publicly available according to the data confidentiality legislation of the Russian Federation.

**A note from the publisher of the original article.** Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Received: 08.12.2025 / Accepted: 23.12.2025 / Published: 15.02.2026

**Введение.** Российская Федерация — самая большая страна в мире. Уральские горы образуют естественную границу между частями света — Европой и Азией. Свердловская область, расположенная в Уральском федеральном округе, с населением в 4,2 миллиона человек к 2024 году, богата природными ресурсами, такими как металлы, полезные ископаемые, мрамор, уголь и древесина [1]. Город Асбест в Свердловской области получил своё название в связи со своей асбестовой промышленностью, эксплуатирующей с 1896 года крупнейшее в мире действующее месторождение хризотилового асбеста вместе с обогательными фабриками. Когортное исследование хризотилового асбеста («Asbest Chrysotile Cohort Study», далее — когорта) — это историческое когортное исследование смертности работников Публичного акционерного общества (ПАО) «Ураласбест», расположенного в городе Асбест [2]. Основной анализ полученных в этом исследовании данных, в котором члены когорты сравнивались по индивидуальным дозам, определявшимся по показателям общей массы витающей в воздухе рабочей зоны пыли и счётных концентраций волокон хризотила, показал повышенный риск смерти от мезотелиомы при дозе по счётным концентрациям волокон хризотилового асбеста

от 40 вол/см<sup>3</sup>×годы. Повышенный риск смерти от рака лёгких среди мужчин наблюдался при увеличении кумулятивного уровня воздействия пыли, содержащей хризотил-асбест [3].

За период наблюдения (1976–2015 гг.) в России структура смертности и ожидаемая продолжительность жизни менялись из-за изменений в социальных и экономических условиях, несмотря на доступность бесплатного и общедоступного медицинского обслуживания для всех граждан. Наиболее важными факторами, которые вносят вклад в относительно низкую продолжительность жизни мужчин (средняя продолжительность жизни в 2000 г. составляла 65 лет) в Российской Федерации, были высокие уровни смертности среди мужчин трудоспособного возраста от предотвратимых причин, таких как употребление алкоголя, табачных изделий, дорожно-транспортные происшествия и насильственные преступления [4, 5]. Стандартный пенсионный возраст до 2018 года составлял 60 лет для мужчин и 55 лет для женщин. Однако лица, работавшие в условиях труда, отнесённых к категории вредных в соответствии со статьёй 27 Федерального закона № 173-ФЗ «О трудовых пенсиях в Российской Федерации», имели право на выход на пенсию в возрасте 50 лет

— для мужчин — и 45 лет — для женщин, если они работали 10 лет и 7,5 лет — для мужчин и женщин соответственно [6]. Однако возможность досрочного выхода на пенсию обязательна только в тех случаях, когда имелось чёткое медицинское заключение о том, что продолжение работы в этих специфических условиях невозможно по состоянию здоровья. Во всех остальных случаях решение о досрочном выходе на пенсию принималось работником индивидуально. Поскольку заработки были выше, чем пенсия, большинство членов когорты предпочли продолжить работу на прежних местах.

Большинство членов когорты проживали в городе Асбест, то есть поблизости от карьера и фабрик, что приводило к загрязнению окружающей среды пылью, содержащей хризотилловый асбест. Поэтому особый интерес представляет сравнение данной когорты с популяцией вне данной территории. В дополнение к уже опубликованному внутрикогортному анализу [3], основной целью настоящей статьи был расчёт стандартизированных по полу относительных рисков смерти — стандартизированных коэффициентов смертности (standardized mortality ratios, SMR — СКК) и сравнительных стандартизированных коэффициентов смертности<sup>1</sup> (relative standardized mortality ratios, rSMR — сСКК) для основных групп заболеваний по МКБ-10 и выбранных локализаций злокачественных новообразований при сравнении показателей для когорты с таковыми для населения, проживающего вне территории проживания когорты, то есть населения Свердловской области (остальной части области). Основная цель исследования — сравнить когорту с населением, проживающим вне территории проживания членов когорты, и обеспечить лучшее сравнение с ранее изучавшимися итальянскими когортами и когортой работников хризотиловой промышленности в Цинхае, Китай [7, 8], а также с попыткой использования сСКК для учёта влияния «эффекта здорового работника» [9]. Также целью настоящего исследования стала публикация дополнительных данных по смертности в когорте от рака лёгких в разбивке по категориям кумулятивных уровней воздействия пыли, которые применялись в основных анализах рисков, показателей смертности в зависимости от возраста, а также сравнение СКК от рака лёгких для различных категорий работников: работников карьера, обогатительных фабрик и тех, кто работал в обоих местах, принимая во внимание период начала трудовой деятельности и стаж.

**Материалы и методы.** Когорта включает в себя 30 445 действующих и бывших работников (20 662 мужчины и 9783 женщины) карьера, всех обогатительных фабрик, автотранспортного предприятия и управления железнодорожного транспорта, центральной лаборатории и подразделения взрывных работ ПАО «Ураласбест», которые проработали не менее одного года в период с 01.01.1975 по 31.12.2010 [3]. Наблюдение за членами

<sup>1</sup> Подход к корректировке оценок риска других причин смерти с учётом влияния профессионального заболевания как конкурирующей причины смерти в когортных исследованиях смертности от связанных с профессиональной деятельностью заболеваний. Иллюстрирует долю отдельной причины смерти в общей смертности. Также этот показатель описывает соотношение относительных частот для определённой причины между исследуемой группой и контрольной популяцией с учётом возрастной структуры в группе и используется для корректировки эффекта здорового работника при сравнении показателей смертности или заболеваемости между работниками определённых отраслей и общим населением.

когорты проводилось с 01.01.1976 по 31.12.2015. В конце периода наблюдения 52% членов когорты были живы (9972 мужчины (48%) и 5861 женщина (60%)), 36% умерли (8270 мужчин (40%), 2840 женщин (29%)), а 12% были цензурированы (2420 мужчин (12%), 1082 женщины (11%)). Для каждого члена когорты были определены среднегодовые концентрации пыли в соответствии с местом работы в течение каждого календарного года их трудового стажа в ПАО «Ураласбест», с помощью разработанной для данной компании матрицы зависимости «работа – воздействие». Матрица «работа – воздействие» была разработана на основе более чем 90 тыс. стационарных измерений запылённости воздуха рабочей зоны на фабриках (1951–2001) и в карьере (1964–2001) [10]. Кумулятивное воздействие пыли рассчитывалось путём суммирования среднегодовых концентраций пыли за все годы работы для каждого отдельного работника [2].

Для членов когорты, умерших в Свердловской области, причина смерти была установлена по базе данных электронных свидетельств о смерти регионального отдела управления записи актов гражданского состояния (ЗАГС) с помощью детерминированной привязки записей, дополненной ручным поиском, включая данные медицинского информационно-аналитического центра Министерства здравоохранения Свердловской области (МИАЦ) [11]. Отдел ЗАГС предоставил информацию о причинах смерти пациента в виде оригинального текста, которые были закодированы в соответствии с МКБ-10 опытным российским врачом, работающим в МАИР [11, 12]. Члены когорты, покинувшие область, подверглись цензуре на последнюю известную дату, когда о них имелась какая-либо информация.

Профессиональный маршрут члена когорты был основан на данных компании, а жизненный статус определён с помощью системы привязки записей отслеживался на предмет данных о смерти, полученных из официальных свидетельств о смерти в Свердловской области. Таким образом, для включения в когорту и последующего наблюдения не требовалось индивидуального контакта с участниками исследования или их согласия. Когортное исследование было одобрено этическим комитетом МАИР (IEC № 12-22, сентябрь 2012 г.). Этическим комитет (IEC) и независимый научный консультативный совет (см. <https://asbest-study.iarc.who.int/study-oversight/scientific-advisory-board>) вели мониторинг реализации исследования.

Данные о численности населения и показателях смертности в Свердловской области были получены в территориальном управлении Федеральной службы государственной статистики по Свердловской области и Курганской области. Для сравнения показателей смертности в когорте с остальной частью Свердловской области число смертей и человеко-лет наблюдения в когорте были вычтены из соответствующих показателей соответствующих слоёв населения Свердловской области. Здесь и далее показатели для Свердловской области рассматриваются как областные показатели, из которой исключены случаи смерти и человеко-лет наблюдения в когорте. До 1998 года причины смерти в России кодировались в соответствии с советской системой классификации болезней, соответствующей более крупным группам болезней в МКБ-9 [13]. Начиная с 1999 года, коды были более подробными и основывались на МКБ-10. Перекодировка из МКБ-9 в МКБ-10 была проведена в рамках предыдущего проекта, в котором

проводилось сравнение смертности в городе Асбест со Свердловской областью, где авторы отметили, что в рамках более ранних систем кодирования было невозможно выделить некоторые специфические типы злокачественных новообразований (например, мезотелиому) [14].

**Статистический анализ.** В анализ были включены основные группы заболеваний по МКБ-10 (главы I «Некоторые инфекционные и паразитарные болезни» (A00–B99), II «Новообразования» (C00–C97), III «Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм» (D50–D89), IV «Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ» (E00–E90), V «Психические расстройства и расстройства поведения» (F00–F99), VI «Болезни нервной системы» (G00–G99), IX «Болезни системы кровообращения» (I00–I99), X «Болезни органов дыхания» (J00–J99), XI «Болезни органов пищеварения» (K00–K93), XIV «Болезни мочеполовой системы» (N00–N99), XX «Внешние причины заболеваемости и смертности» (S00–Y98)), и выбранные локализации злокачественных новообразований с достаточно большим количеством случаев и доступными данными по области за соответствующие периоды времени. Для области были рассчитаны возрастные показатели для 5-летних возрастных групп и 5-летних периодов для населения в возрасте  $\geq 15$  лет, отдельно для мужчин и женщин. Эти показатели были применены к числу человеко-лет в когорте для расчёта ожидаемого числа смертей в когорте. Затем было рассчитано отношение наблюдаемого числа смертей к ожидаемому числу смертей в когорте (стандартизованные коэффициенты смертности — СКС). Поскольку работники, включённые в эту когорту, должны были проработать один год в совокупности после 1 января 1975 года, в первые годы наблюдения наблюдался низкий уровень смертности. Таким образом, смертность за первые 4 года наблюдения за когортой (1976–1979) была исключена, и расчёты СКС были начаты с 1980 года.

Официальные статистические данные по показателям смертности от злокачественных новообразований яичников за период 1980–1998 гг. отсутствовали, поэтому были взяты показатели за период 1999–2015 гг. и экстраполированы на период 1980–1998 гг. Анализ данных по раку гортани проводился только среди мужчин, поскольку среди женщин в этой когорте не было выявлено случаев смерти от рака гортани. Злокачественные новообразования печени не были включены, поскольку инцидентность варьировала в течение периода наблюдения, и в наличии были данные только по области за 6 лет с 2002 по 2008 гг.

Для учёта «эффекта здорового работника» были рассчитаны сравнительные СКС (сСКС) (соотношение между СКС от конкретной причины и СКС от всех причин в целом) [9].

Чтобы получить ожидаемое число смертей в Свердловской области, показатели по Свердловской области сравнивались с числом человеко-лет в каждой группе воздействия.

Общие (нестандартизованные) возрастные показатели для возрастных категорий <40 лет, 10-летних возрастных групп и 80+ были рассчитаны за период с 1980 по 2015 гг. для сравнения когорты со Свердловской областью.

Для сравнения по отдельным группам членов когорты были рассчитаны показатели СКС для смертности от рака лёгких в когорте путём сравнения смертности среди работников обогатительных фабрик (включая работников

центральной лаборатории) со смертностью среди работников карьера (включая работников железнодорожного транспорта, автотранспортного предприятия и подразделений взрывных работ) и со смертностью среди тех, кто работал в обеих категориях с учётом продолжительности трудового стажа (< 5 лет, 5–14 лет и  $\geq 15$  лет) и начала трудовой деятельности (до или после 1975 года). Для каждого сравнения в качестве референтной категории использовались показатели смертности среди работников карьера, поскольку уровни воздействия пыли и волокон в карьере, где рабочие места расположены на открытом воздухе, ниже, чем на фабриках [10]. Этот анализ не проводился для женщин из-за малого числа случаев рака лёгких и относительно небольшого числа женщин, работающих в карьере в течение длительного времени.

Для проведения всех расчётов использовался статистический пакет Stata 17 Standard Edition.

**Результаты.** Среди мужчин в когорте наиболее частыми причинами смерти были болезни системы кровообращения (44%), внешние причины (20%) и злокачественные новообразования (19%), в то время как у женщин за болезнями системы кровообращения (54%) следовали злокачественные новообразования (19%), а затем внешние причины (9%). Средний возраст смерти от болезней системы кровообращения составил 64 года для мужчин и 70 лет для женщин, от злокачественных новообразований — 64 года для мужчин и 63 года для женщин, а от внешних причин — 48 лет для мужчин и 53 года для женщин.

В *таблице 1* приведены СКС и сСКС с учётом пола по основным группам болезней по МКБ-10 и выбранным локализациям злокачественных новообразований. Смертность среди мужчин в когорте по сравнению с мужским населением Свердловской области была ниже по таким группам, как «все причины смерти», «инфекционные и паразитарные болезни, психические расстройства и расстройства поведения, болезни системы кровообращения», «болезни органов дыхания» и «все внешние причины». Напротив, у мужчин в когорте была более высокая смертность от болезней крови и кроветворных органов, исключая соответствующие злокачественные новообразования, болезней органов пищеварения и злокачественных новообразований, обусловленных раком лёгких. Смертность от рака лёгких была на 20% выше по сравнению со Свердловской областью.

Показатели сСКС среди мужчин были на 17–19 единиц выше по сравнению с показателями СКС, что указывает на наличие «эффекта здорового работника».

Сравнение смертности среди женщин в когорте и женского населения Свердловской области показало более низкую смертность в когорте от болезней системы кровообращения, болезней органов дыхания и всех внешних причин, но более высокую смертность от болезней крови и кроветворных органов, исключая соответствующие злокачественные новообразования, болезней органов пищеварения и болезней мочеполовой системы.

Анализ смертности от выбранных локализаций злокачественных новообразований показал снижение СКС от рака шейки матки и некоторое повышение СКС от рака лёгких и злокачественных новообразованиях лимфоидной, кроветворной и родственных им тканей.

Показатели сСКС у женщин были лишь незначительно выше (на 2–3 единицы) по сравнению со стандартными показателями СКС, что указывает на схожесть показателей здоровья в данной когорте и Свердловской области.

Таблица 1 / Table 1

**Стандартизованные коэффициенты смертности (СКС), 95% доверительные интервалы (95% ДИ) и сравнительные стандартизованные коэффициенты смертности (сСКС) для мужчин и женщин в возрасте старше 15 лет в когорте в сравнении с населением Свердловской области по основным диагностическим группам МКБ-10 и выбранных локализаций злокачественных новообразований за 1980–2015 гг.**  
**Standardized mortality ratios (SMR) and 95% confidence intervals (95% CI) and relative standardized mortality ratios (rSMR) in men and women aged 15 + years in the Asbest Chrysotile cohort study (ACC) compared to the corresponding populations in Sverdlovsk Oblast for main ICD-10 diagnostic groups and selected cancer types in the period from 1980 to 2015**

Причина смерти (коды по МКБ-10) / Cause of death (ICD-10 codes)	Когорта / Cohort (ACC)	Когорта в сравнении со Свердловской областью / ACC vs. Sverdlovsk Oblast			сСКС / rSMR
	Наблюдаемое число смертей / Deaths observed	СКС / SMR	95% ДИ / 95% CI		
<b>Мужчины / Men</b>					
Все причины (A00–Z99) / All-causes	8082 (100%)	0,86	0,84	0,88	
Некоторые инфекционные и паразитарные болезни (A00–B99) / Infectious and parasitic diseases	142 (2%)	0,48	0,40	0,56	0,55
Новообразования (C00–C97) / Cancer	1494 (19%)	1,05	1,00	1,10	1,22
желудка (C16) / stomach	178	0,94	0,81	1,09	1,10
толстой кишки (C18–C21) / colorectal	134	0,95	0,80	1,13	1,11
гортани (C32) / larynx	45	0,98	0,72	1,31	1,14
трахеи, бронхов, лёгких (C33–C34) / trachea, bronchus, lung	556	1,20	1,10	1,30	1,39
предстательной железы (C61) / prostate	58	0,97	0,73	1,25	1,13
мочевых путей (C64–C68) / urinary tract	106	1,13	0,93	1,37	1,32
лимфоидной, кроветворной и родственных им тканей (C81–C96) / haematological malignancies	59	1,10	0,84	1,42	1,28
Болезни крови, кроветворных органов (D50–D89) / Diseases of blood and blood forming organs	9 (0,1%)	2,21	1,01	4,20	2,58
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (E00–E90) / Endocrine, nutritional, metabolic diseases	22 (0,1%)	0,76	0,47	1,14	0,88
Психические расстройства и расстройства поведения (F00–F99) / Mental and behavioural disorders	9 (0,1%)	0,18	0,08	0,34	0,21
Болезни нервной системы (G00–G99) / Diseases of nervous system	73 (1%)	0,91	0,71	1,14	1,06
Болезни системы кровообращения (I00–I99) / Diseases of circulatory system	3562 (44%)	0,89	0,86	0,92	1,04
Болезни органов дыхания (J00–J99) / Diseases of respiratory system	322 (4%)	0,59	0,53	0,66	0,69
Болезни органов пищеварения (K00–K93) / Diseases of digestive system	429 (5%)	1,10	1,00	1,21	1,28
Болезни мочеполовой системы (N00–N99) / Diseases of genitourinary system	63 (1%)	1,15	0,89	1,48	1,34
Внешние причины заболеваемости и смертности (S00–Y98) / All external causes	1604 (20%)	0,73	0,69	0,76	0,84
<b>Женщины / Women</b>					
Все причины (A00–Z99) / All-causes	2801 (100%)	0,98	0,94	1,02	
Некоторые инфекционные и паразитарные болезни (A00–B99) / Infectious and parasitic diseases	28 (1%)	0,93	0,62	1,34	0,95

Новообразования (C00–C97) / Cancer	526 (19%)	1,01	0,93	1,10	1,04
желудка (C16) / stomach	66	1,08	0,83	1,37	1,10
толстой кишки (C18–C21) / colorectal	76	0,94	0,74	1,18	0,97
трахеи, бронхов, лёгких (C33–C34) / trachea, bronchus, lung	41	1,35	0,97	1,83	1,37
молочной железы (C50) / breast	98	1,07	0,87	1,31	1,10
шейки матки (C53) / cervix uteri	12	0,57	0,29	0,99	0,58
яичника (C56) / ovary	34	0,96	0,67	1,34	0,98
мочевых путей (C64–C68) / urinary tract	14	0,78	0,43	1,32	0,80
лимфоидной, кроветворной и родственных им тканей (C81–C96) / haematological malignancies	33	1,36	0,94	1,91	1,39
Болезни крови, кроветворных органов (D50–D89) / Diseases of blood and blood forming organs	6 (0,2%)	2,81	1,03	6,12	2,87
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (E00–E90) / Endocrine, nutritional, metabolic diseases	29 (1%)	1,01	0,68	1,46	1,04
Психические расстройства и расстройства поведения (F00–F99) / Mental and behavioural disorders	3 (0,1%)	0,48	0,10	1,40	0,49
Болезни нервной системы (G00–G99) / Diseases of nervous system	25 (1%)	0,95	0,62	1,41	0,97
Болезни системы кровообращения (I00–I99) / Diseases of circulatory system	1503 (54%)	0,93	0,88	0,98	0,95
Болезни органов дыхания (J00–J99) / Diseases of respiratory system	65 (2%)	0,78	0,60	0,99	0,80
Болезни органов пищеварения (K00–K93) / Diseases of digestive system	159 (6%)	1,30	1,10	1,51	1,32
Болезни мочеполовой системы (N00–N99) / Diseases of genitourinary system	40 (1%)	1,50	1,07	2,05	1,54
Внешние причины заболеваемости и смертности (S00–Y98) / All external causes	240 (9%)	0,80	0,70	0,91	0,82

В **таблице 2** приведены СКС от рака лёгких в зависимости от уровней кумулятивного воздействия пыли, и снова проводится сравнение показателей для когорты с показателями по Свердловской области. При анализе кумулятивного воздействия пыли применялся временной 5-летний лаг по накоплению кумулятивной дозы пыли для каждого отдельного работника, как это было сделано в основном анализе [3]. При применении временного лага для части членов когорты уровень профессионального воздействия пыли стал «нулевым», поскольку время наблюдения, в течение которого они подвергаются риску, было меньше, чем время лага (например, при 5-летнем лаге работник умер менее чем через 5 лет после первого контакта с фактором). Эта группа приведена для полноты картины, поскольку все работники, участвовавшие в данном анализе, подвергались, по крайней мере, некоторому профессиональному воздействию. Категория с самым низким уровнем воздействия ( $>0-20 \text{ мг/м}^3 \times \text{годы}$  кумулятивного воздействия пыли) показывает почти одинаковую смертность от рака лёгких среди мужчин в обеих популяциях и, напротив, нами показана повышенная смертность от рака лёгких в двух категориях с самым высоким уровнем воздействия ( $>65 \text{ мг/м}^3 \times \text{годы}$  кумулятивного воздействия пыли). У женщин из когорты смертность от рака лёгких варьировалась по U-образной форме по сравнению со Свердловской областью, но с большими доверительными интервалами.

На **рисунке 1** показано, что смертность от рака лёгких среди мужчин в когорте в возрасте старше 60 лет значительно выше, чем в Свердловской области. В Свердловской области этот показатель снижается после достижения возраста 70 лет, в то время как в когорте он не снижается. Однако для возрастной группы 80 лет и старше доверительные интервалы шире.

Структура смертности от злокачественных новообразований лёгких среди женщин, указанная на **рисунке 2**, показывает более низкие показатели, чем у мужчин в целом, но с небольшим пиком среди женщин в возрасте около 70 лет. В отличие от мужчин, среди женского населения Свердловской области в возрасте старше 70 лет не наблюдается заметного снижения смертности от рака лёгких.

В **таблице 3** приведены СКС от рака лёгких среди мужчин в когорте в разбивке по категориям работ (карьер, обогатительные фабрики, работа в обеих категориях), а также по началу трудовой деятельности и продолжительности трудового стажа в период с 1976 по 2015 гг. Среди работников обогатительных фабрик, которые начали работать до 1975 г. и проработали более 5 лет, смертность от рака лёгких была значительно выше, чем среди работавших в карьере. СКС от рака лёгких среди мужчин, которые начали работать после 1974 г., статистически значимо не отличались для каждой из категорий.

Таблица 2 / Table 2

Стандартизованные коэффициенты смертности (СКС) от рака лёгких среди мужчин и женщин в возрасте старше 15 лет в когорте по категориям кумулятивного воздействия пыли, содержащей хризотилловый асбест, в сравнении с соответствующими популяциями в Свердловской области за 1980–2015 гг.

Стандартизованные коэффициенты смертности (СКС) от рака лёгких среди мужчин и женщин в возрасте старше 15 лет в когорте по категориям кумулятивного воздействия пыли, содержащей хризотилловый асбест, в сравнении с соответствующими популяциями в Свердловской области за 1980–2015 гг.

Категория уровней воздействия пыли мг/м <sup>3</sup> × годы // Dust category mg/m <sup>3</sup> × years	Когорта / Cohort (ACC)	Когорта в сравнении со Свердловской областью / ACC vs. Sverdlovsk Oblast		
	Случаи смерти от рака лёгких / Lung cancer deaths observed	СКС / SMR	95% ДИ / 95% CI	
<b>Мужчины / Men</b>				
0*	3	0,52	0,11	1,52
>0-20	89	1,02	0,82	1,25
>20–65	155	1,11	0,94	1,30
>65–150	209	1,26	1,09	1,44
>150	108	1,30	1,07	1,57
<b>Женщины / Women</b>				
0*	—	—	—	—
>0-20	7	1,36	0,55	2,79
>20–65	11	1,20	0,60	2,15
>65–150	11	1,05	0,52	1,88
>150	12	1,69	0,87	2,96

Примечания: \* — применён 5-летний временной лаг. Таким образом, некоторые работники оказывались в группе с нулевым уровнем воздействия пыли, хотя все работники подвергались, по крайней мере, некоторому профессиональному воздействию пыли. Note: \* — a 5-year lag time was applied. Thus, some workers ended up with no occupational exposure to dust although all workers had at least some occupational exposure to dust.

Смертность от злокачественных новообразований лёгких — мужчины / Lung cancer mortality — Men

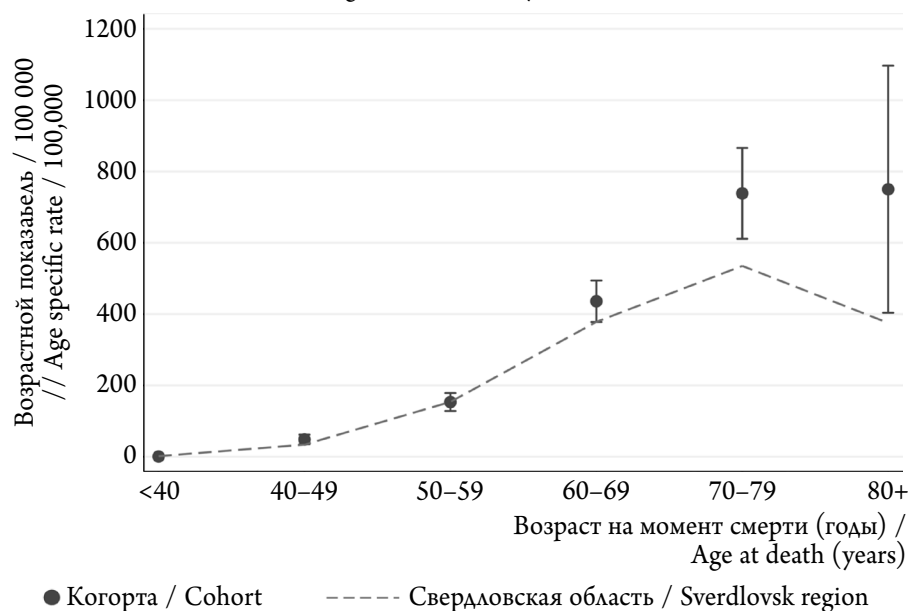


Рис. 1. Показатели смертности от рака лёгких среди мужчин по возрасту на момент смерти в когорте с 95% доверительными интервалами и населения Свердловской области за 1980–2015 гг.

Fig. 1 Age-specific mortality rates for lung cancer among men in the Asbest Chrysotile Cohort study with 95% confidence intervals and the population in Sverdlovsk Oblast during the period 1980–2015

Смертность от злокачественных новообразований лёгких — женщины / Lung cancer mortality — Women

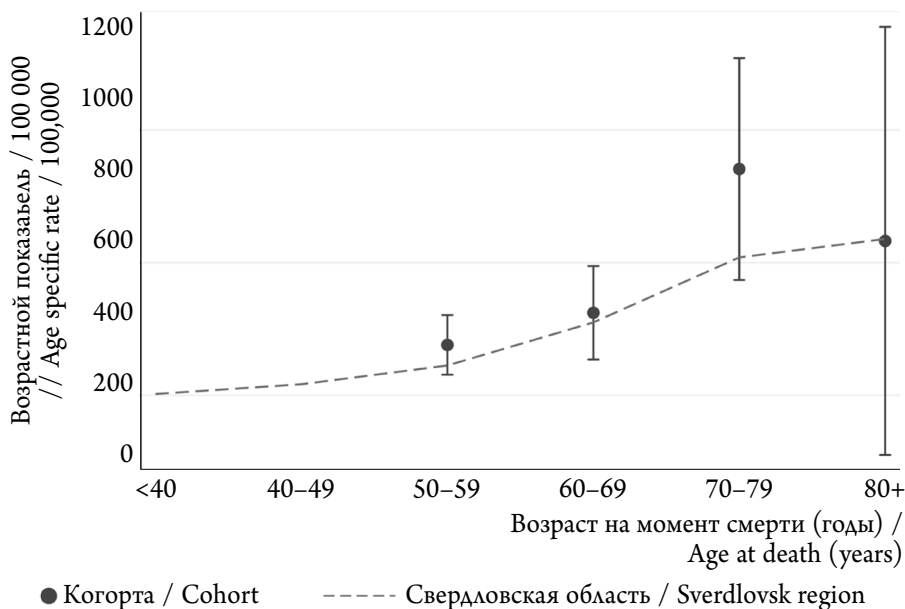


Рис. 2. Показатели смертности от рака лёгких среди женщин в когорте по возрасту на момент смерти с 95% доверительными интервалами и населения Свердловской области за 1980–2015 гг.

Fig. 2. Age-specific mortality rates for lung cancer among women in the Asbest Chrysotile Cohort study with 95% confidence intervals and the population in Sverdlovsk Oblast during the period 1980–2015

Таблица 3 / Table 3

Сравнительный анализ СКС от рака лёгких в 1976–2015 гг. среди работников карьера, работников обогатительных фабрик и тех, кто работал как на карьере, так и на фабриках, в когорте с учётом трудового стажа и периода начала трудовой деятельности

Internal comparison of standardised mortality ratios (SMR) and 95% confidence intervals (CI) for lung cancer mortality 1976–2015 in male miners, factory workers, and those having worked both in the mine and the factories in the Asbest Chrysotile cohort study by duration of employment and start of employment

Смертность от рака лёгких (мужчины) / Lung cancer mortality (men)		Трудовой стаж / Duration of employment					
		Менее 5 лет / Less 5 years		5–14 лет / years		15 и более лет / 15 years and more	
Начало трудовой деятельности / Start of employment	Место работы / Place of work	Кол-во работников / смертей / N workers/ deaths	СКС (ДИ 95%) / SMR (95% CI)	Кол-во работников / смертей / N workers/ deaths	СКС (ДИ 95%) / SMR (95% CI)	Кол-во работников // смертей / N workers/ deaths	СКС (ДИ 95%) / SMR (95% CI)
До 1975 / Before 1975	Карьер / Mine	423/6	1,00*	861/30	1,00*	3429/183	1,00*
	Фабрика / Factory	157/3	1,66 (0,34–4,86)	399/25	1,73 (1,12–2,55)	1093/74	1,39 (1,09–1,75)
	Вместе / Both	330/10	1,77 (0,85–3,25)	819/32	1,03 (0,71–1,46)	1603/99	1,19 (0,97–1,45)
1975+	Карьер / Mine	3642/26	1,00*	2283/26	1,00*	1346/18	1,00*
	Фабрика / Factory	1056/6	0,86 (0,32–1,87)	752/4	0,56 (0,15–1,44)	267/4	1,43 (0,39–3,66)
	Вместе / Both	1034/9	1,62 (0,74–3,07)	804/7	1,10 (0,44–2,27)	364/2	0,80 (0,10–2,89)

Примечание: \* — работники карьера являются референтной категорией во всех группах.  
Notes: \* — the miners are the reference category in all strata.

**Обсуждение.** В данном исследовании приводятся показатели СКС и сСКС с учётом пола для основных групп болезней по МКБ-10 и выделенных локализаций злокачественных новообразований, а также показатели СКС от рака лёгких с учётом кумулятивного воздействия пыли на членов когорты по сравнению с населением Свердловской области [14]. Этот анализ дополняет анализ риска смертности внутри когорты, учитывавший уровни кумулятивного воздействия пыли и волокон, который был опубликован в 2024 г. [3]. Общая смертность, а также смертность от болезней системы кровообращения и органов дыхания, а также от внешних причин были ниже у мужчин и женщин в когорте по сравнению с населением Свердловской области. Напротив, у мужчин и женщин в когорте наблюдался рост смертности от болезней органов пищеварения, крови и кроветворных органов, исключая соответствующие злокачественные новообразования, а также от болезней мочеполовой системы у женщин. СКС от всех видов злокачественных новообразований, и особенно для рака лёгких, среди мужчин в когорте были повышены по сравнению с мужским населением Свердловской области. При более тщательном рассмотрении оказалось, что повышенные СКС от рака лёгких наблюдались в двух верхних категориях кумулятивного воздействия ( $>65 \text{ мг/м}^3 \times \text{годы}$ ). СКС от рака лёгких среди женщин в когорте был повышен, но не на уровне статистической значимости, в то время как смертность от рака шейки матки снизилась. Смертность от других причин в когорте и Свердловской области имела схожую картину.

Более низкая смертность от всех причин и, в частности, от болезней системы кровообращения и органов дыхания среди мужчин и женщин в когорте по сравнению с населением Свердловской области, скорее всего, объясняется «эффектом здорового работника», т. е. члены когорты имеют хорошее состояние здоровья, поскольку работники были приняты на работу в ПАО «Ураласбест» с учётом их первоначального состояния здоровья при трудоустройстве. Женщины, поступающие на работу, также проходили бактериологическое (на флору), цитологическое (на атипичные клетки) и ультразвуковое обследование у акушера-гинеколога. Кроме того, работники проходили обязательные и регулярные медицинские осмотры на протяжении всей своей карьеры. У мужчин «эффект здорового работника» был подтверждён с помощью расчёта показателей сСКС. «Эффект здорового работника» не был заметен у женщин-работниц. Это может быть объяснено тем, что женщины более склонны пользоваться доступными медицинскими услугами и в целом более внимательно относятся к своему здоровью, меньше употребляют алкоголь и табачную продукцию. Это согласуется с результатами основного анализа рисков, согласно которым существует обратная связь между смертностью от всех причин и кумулятивным воздействием пыли только у мужчин [3].

Как среди мужчин, так и среди женщин в когорте наблюдалась повышенная смертность от болезней органов пищеварения, что подтверждается результатами сравнения смертности в городе Асбест и Свердловской области в период с 1997 по 2010 гг. [14]. Ведущей причиной смерти в этой категории в когорте был цирроз печени, другой и неуточнённый (код по МКБ-10: K74.6), на который приходится 25% смертей от болезней органов пищеварения среди мужчин и 32% — среди женщин, однако соответствующих подробных данных по Свердловской области не было. Насколько известно, лишь в нескольких когортах,

в которых проводилось изучение профессионального воздействия асбеста, были проанализированы болезни органов пищеварения, за исключением злокачественных новообразований или цирроза печени, при этом один работник из когорты, где изучалось профессиональное воздействие хризотилового асбеста в Греции, умер от цирроза печени [15], а результаты исследования когорты работников хризотилового производства из Баланжеро (Италия) показали повышенную смертность от цирроза печени с СКС  $\sim 300$  [16, 17]. В последнем исследовании авторы указали на высокое потребление алкоголя в когорте в качестве вероятной причины цирроза печени. В изучаемой в настоящем исследовании когорте маловероятно, что высокое потребление алкоголя является единственной причиной повышенного риска развития цирроза печени, поскольку не наблюдалось соответствующего увеличения смертности от других причин смерти, связанных с алкоголем, таких как внешние причины, злокачественные новообразования желудка или толстой кишки. Кроме того, члены когорты, вероятно, имели меньше возможностей для регулярного употребления алкоголя по сравнению с мужским населением в целом из-за обязательного предсменного тестирования на алкоголь во многих профессиях в когорте. Учитывая, что не только в когорте, но и в городе Асбест наблюдался рост смертности от болезней органов пищеварения по сравнению со структурой смертности в Свердловской области [14], можно предположить существование экологических причин.

СКС от болезней крови и кроветворных органов, за исключением злокачественных новообразований, были повышены и среди мужчин, и среди женщин (девять случаев у мужчин и шесть у женщин за 1980–2015 гг.). Насколько известно, такие результаты ранее не публиковались, и их следует интерпретировать с осторожностью из-за небольшого числа случаев. Болезни в данной группе были смешанными и не имели чётких закономерностей. Однако железодефицитная анемия может являться следствием кровопотери (хронической), т. е. код по МКБ-10: D50.0 ( $n=5$ ), и может свидетельствовать о недиагностированных злокачественных заболеваниях [18].

Среди женщин в изучаемой когорте наблюдалась повышенная смертность от болезней мочеполовой системы (примерно на 50%), что было установлено на основании 50 смертей. Объединённое исследование, проведённое в Италии среди работников асбестовой промышленности, также показало повышение соответствующего СКС на 30% [8]. Наиболее частыми болезнями мочеполовой системы среди женщин в изучаемой когорте были хронический тубулоинтерстициальный нефрит неуточнённой этиологии (код по МКБ-10: N11.9), на который приходилось 40% смертей от болезней мочеполовой системы, и хронический нефритический синдром неуточнённой этиологии (код по МКБ-10: N03.9) — 18%. Тубулоинтерстициальный нефрит имеет множественную этиологию, в том числе связанную с приёмом лекарств (например, бета-лактамы антибиотиков, нестероидные противовоспалительные средства (НПВС)), с инфекционными, системными, аутоиммунными, генетическими и идиопатическими причинами [19], но все это было бы скорее гипотетическими объяснениями для изучаемой когорты. Также не было найдено никаких экспериментальных исследований, в которых обсуждалось бы воздействие асбеста на развитие неонкологических болезней как пищеварительной системы, крови и кроветворных органов, так и мочеполовых органов.

Некоторое снижение смертности от рака шейки матки, вероятно, связано с более тщательными медицинскими осмотрами в ПАО «Ураласбест» по сравнению с населением в целом.

Повышенная смертность от всех видов злокачественных новообразований среди мужчин в когорте в основном обусловлена ростом смертности от рака лёгких. СКС от рака лёгких при уровнях кумулятивного воздействия содержащей хризотилевоый асбест пыли  $>150 \text{ мг/м}^3 \times \text{годы}$  составляет 1,30 (95% ДИ: 1,07–1,57) и соответствует результатам основного анализа риска, демонстрирующим, что относительный риск (ОР) равен 1,40 (95% ДИ: 1,03–1,90) для самой высокой категории кумулятивного воздействия по сравнению с самой низкой категорией ( $>0\text{--}20 \text{ мг/м}^3 \times \text{годы}$ ) [3]. Liddell с соавторами также сообщили о повышенном риске смерти от злокачественных новообразований лёгких среди квебекских работников карьера и фабрик по добыче и обогащению хризотилового асбеста 1891–1920 годов рождения (СКС 1,37), включая формально не проверенную зависимость «воздействие-эффект» [20]. Аналогичным образом, результаты исследования когорты китайских работников, занятых в добыче хризотилового асбеста, показывают обнаруженную внутри когорты зависимость «воздействие-эффект», а общий СКС от рака лёгких составил 4,69 (95% ДИ: 3,61–6,09) [7]. Обновлённый анализ когорты из Баланжеро, Италия, показал, что общий показатель СКС рака лёгких составил 1,14 (95% ДИ: 0,81–1,55) среди работников, занятых в добыче хризотилового асбеста, с учётом ориентировочной зависимости «воздействие-эффект» для кумулятивного воздействия волокон хризотила (вол/млхгоды) [21]. Аналогичным образом, небольшая когорта работников хризотилового производства в Греции продемонстрировала повышенную смертность от рака лёгких (СКС 1,71, 95% ДИ: 0,98–2,78) [15]. В объединённой группе когортных исследований асбестовой промышленности в Италии СКС от рака лёгких составил 1,28 (95% ДИ: 1,24–1,32) среди мужчин и 1,26 (95% ДИ: 1,02–1,53) — среди женщин [8].

Так почему же в данном исследовании наблюдается более сильная связь между воздействием пыли и раком лёгких среди мужчин по сравнению с женщинами? Для женщин характерны более высокие медианные значения кумулятивного воздействия пыли ( $49,4 \text{ мг/м}^3 \times \text{годы}$ ), чем для мужчин ( $31,4 \text{ мг/м}^3 \times \text{годы}$ ), поскольку они чаще работали на обогатительных фабриках, где концентрации пыли более высокие, чем в карьере. Кроме того, женщины работали в среднем дольше (медианное значение — 10,9 года) мужчин (медианное значение — 9,3 года) [10]. Из литературы известно, что курение оказывает больший, чем просто аддитивный эффект влияния на организм в сочетании с профессиональным воздействием асбеста, что может служить объяснением [22]. Исследование, проведённое в 2017 году среди действующих и бывших сотрудников ПАО «Ураласбест», показало высокую распространённость курения среди мужчин (66%) и очень низкую распространённость курения среди женщин (9%) [23]. Разница в показателях курения между мужчинами и женщинами больше среди ранее работавших членов когорты. Возможно, сочетанное воздействие вредных факторов также повлияло на мужчин в большей степени, чем на женщин, и сыграло определённую роль в различии в рисках между мужчинами и женщинами. 46% работников ( $n=14\ 133$ ) имели по крайней мере одно сочетанное воздействие вредных факторов, указанное в протоколах производственно-

го контроля компании. Возможно утверждать, что пыль, содержащая свободную кристаллическую двуокись кремния, оказывает воздействие на всех работников, в то время как на фабриках чаще проводились сварочные работы, а в карьере чаще фиксировалось воздействие выхлопных газов в результате работы дизельных двигателей.

Сравнение работников, работавших только в карьере с работавшими только на фабриках, а также в обоих местах с учётом периода начала работы и продолжительности трудового стажа, показало более высокую смертность от рака лёгких среди работников фабрик, нанятых до 1975 года, в то время как у работников, нанятых после 1974 г., не было существенной разницы в риске в зависимости от категории работ. Вероятно, это результат принятых мер по управлению рисками, более эффективных на обогатительных фабриках, чем в карьере [10].

Сильные стороны данного когортного исследования включают в себя большой размер когорты ( $n=30\ 445$ ), значительную долю работающих женщин (32%) для изучения связанных с полом рисков, длительный период наблюдения за смертностью (1976–2015) и наличие оригинального текста о причине смерти в свидетельствах о смерти всех умерших участников когорты, полученных из двух официальных источников: ЗАГС и МИАЦ дополняли друг друга. Проверка качества, в ходе которой сравнивалась информация из обоих источников о причинах смерти 5463 человек, зарегистрированных в период с 2002 по 2015 гг., показала, что коды верхнего уровня МКБ-10 (классы и рубрики) совпадают на 97,9%. Для 1009 случаев смерти от злокачественных новообразований соответствие между кодированием по МКБ-10, выполненным МАИР с использованием информации от ЗАГС, и кодированием смертей от злокачественных новообразований по МИАЦ, составило 96,4% [12]. Вкратце, авторами статьи предполагается хорошая надёжность кодирования причин смерти в когорте, поскольку оно было выполнено одним и тем же человеком в один и тот же момент времени.

В качестве ограничений исследования авторы признают потенциальную неоднородность и отсутствие подробных данных по региону за период наблюдения, что может повлиять на сравнение показателей смертности в изучаемой когорте с данными по Свердловской области. Относительно низкий средний возраст смерти, наблюдавшийся в обеих популяциях в течение исследуемого периода, возможно, скрывал повышенную смертность от злокачественных новообразований и ряда других причин, встречающихся в основном в пожилом возрасте. Ранее был проведён внутрикогортный анализ общей смертности и смертности от рака лёгких в «начальной когорте», т. е. среди работников, впервые принятых на работу 01.01.1975 г. или позже. Хотя результаты показали сходные закономерности, доверительные интервалы были намного шире, т. е. для кумулятивного воздействия пыли, составляющего более  $150 \text{ мг/м}^3 \times \text{годы}$ , общая смертность среди мужчин, выраженная в виде относительного риска, составила  $ОР=0,55$  (95% ДИ: 0,28–1,11) на основе 8 выявленных случаев, а у женщин — 0,70 (95% ДИ: 0,31–1,58) на основе 6 выявленных случаев. Соответствующие результаты по смертности от рака лёгких среди мужчин составили  $ОР=2,21$  (95% ДИ: 0,54–9,14) в расчёте на 2 случая, а среди женщин во второй по величине категории уровней воздействия ( $65\text{--}150 \text{ мг/м}^3 \times \text{годы}$ )  $ОР=1,08$  (95% ДИ: 0,10–12,04) в расчёте на 1 случай. Малое количество смертей, а также тот факт, что большинство членов

начальной когорты подвергались низким уровням воздействия, привели к отсутствию статистической мощности для изучения того, чтобы понять, были ли тенденции в разбивке по времени включения в когорте иными.

**Заключение.** В заключение следует отметить, что, несмотря на профессиональное воздействие пыли и волокон хризотилового асбеста, смертность от всех причин в регионе была ниже, чем в Свердловской области, особенно среди мужчин. Это подтверждает предполагаемый «эффект здорового работника», полученный в ходе предыдущего когортного анализа [3], который, скорее всего, связан с трудоустройством на работу здоровых людей и регулярным медицинским наблюдением за работниками, работающими во вредных условиях. Показатели СКС от злокачественных новообразований лёгких были значительно выше среди мужчин, у которых кумулятивное воздействие содержащей волокна

хризотилового асбеста пыли превышало  $65 \text{ мг/м}^3 \times \text{годы}$ . СКС от рака лёгких среди женщин были повышены в аналогичной степени в виде U-образной формы и со всеми доверительными интервалами, включающими 1. Повышенных СКС от злокачественных новообразований гортани, желудка или яичников не наблюдалось. Анализ по категориям работ показал, что до 1975 г. у мужчин-работников обогащительных фабрик смертность от рака лёгких была выше, чем у других работников мужского пола, в то время как у работников, нанятых после 1974 г., риски были сопоставимы, предположительно, из-за успешного внедрения мер по управлению рисками на обогащительных фабриках. Планируется и оправдано дальнейшее наблюдение. Рост смертности от болезней органов пищеварения, крови и кроветворных органов, исключая соответствующие злокачественные новообразования, по-прежнему не имеет достоверного объяснения.

### Список литературы (пп. 2–5, 7–23 см. References)

- Совет Федерации Федерального Собрания Российской Федерации. Свердловская область. 2024 г. <http://council.gov.ru/en/structure/regions/SVE/> (на английском).
- Российская Федерация. Федеральный закон «О трудовых пенсиях в Российской Федерации» от 17.12.2001 № 173-ФЗ (последняя редакция). Статья 27. Сохранение права на досрочное назначение трудовой пенсии. 2001. <https://clck.ru/3Qr3D>

### References

- Federation Council of the Federal Assembly of the Russian Federation. Sverdlovsk Region. 2024. <http://www.council.gov.ru/en/structure/regions/SVE/>
- Schüz J, Schonfeld S.J., Kromhout H., Straif K., Kashanskiy S.V., Kovalevskiy E.V. et al. A retrospective cohort study of cancer mortality in employees of a Russian Chrysotile asbestos mine and mills: study rationale and key features. *Cancer Epidemiol.* 2013; 37(4): 440–445. <https://doi.org/10.1016/j.canep.2013.03.001>
- Schüz J, Kovalevskiy E., Olsson A., Moissonnier M., Ostroumova E., Ferro G. et al. Cancer mortality in chrysotile miners and millers, Russian Federation: main results (Asbest Chrysotile Cohort-Study). *J. Natl. Cancer Inst.* 2024; 116(6): 866–875. <https://doi.org/10.1093/jnci/djad262>
- Notzon F.C., Komarov Y.M., Ermakov S.P., Sempos C.T., Marks J.S., Sempos E.V. Causes of declining life expectancy in Russia. *JAMA.* 1998; 279(10): 793–800. <https://doi.org/10.1001/jama.279.10.793>
- Shkolnikov V., McKee M., Leon D.A. Changes in life expectancy in Russia in the mid-1990s. *Lancet.* 2001; 357(9260): 917–921. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(00\)04212-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(00)04212-4)
- Russian Federation. Federal Law. On Labor Pensions in the Russian Federation dated 17.12.2001 No. 173-FZ (last edition). Article 27. Preservation of the right to early assignment of a retirement pension. 2001. [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34443/97741a2c98499d0f906c704a67ec5bc92dae1bb1/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34443/97741a2c98499d0f906c704a67ec5bc92dae1bb1/) (in Russian).
- Wang X., Yano E., Lin S., Yu I.T., Lan Y., Tse L.A., et al. Cancer mortality in Chinese Chrysotile asbestos miners: exposure-response relationships. *PLoS ONE.* 2013; 8(8): e71899. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0071899>
- Ferrante D., Angelini A., Barbiero F., Barbone F., Bauleo L., Binazzi A., et al. Cause specific mortality in an Italian pool of asbestos workers cohorts. *Am. J. Ind. Med.* 2024; 67(1): 31–43. <https://doi.org/10.1002/ajim.23546>
- Möhner M. An approach to adjust standardized mortality ratios for competing cause of death in cohort studies. *Int Arch Occup Environ Health.* 2016; 89(4): 593–8. <https://doi.org/10.1007/s00420-015-1097-z>
- Feletto E., Kovalevskiy E.V., Schonfeld S.J., Moissonnier M., Olsson A., Kashanskiy S.V., et al. Developing a company-specific job exposure matrix for the Asbest Chrysotile cohort study. *Occup. Environ. Med.* 2022; 79(5): 339–46. <https://doi.org/10.1136/oemed-2021-107438>
- Schüz J., Bukhtiyarov I., Olsson A., Moissonnier M., Ostroumova E., Feletto E., et al. Occupational cohort study of current and former workers exposed to Chrysotile in mine and processing facilities in Asbest, the Russian Federation: cohort profile of the Asbest Chrysotile cohort study. *PLoS ONE.* 2020; 15(7): e0236475. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236475>
- Schüz J., Kovalevskiy E., Moissonnier M., Olsson A., Hashim D., Kromhout H. et al. Comparison of two information sources for Cause-of-Death Follow-up in the Russian federation: the Asbest Chrysotile cohort study. *Methods Inf Med.* 2020; 59(1): 9–17. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1710381>
- Men T., Brennan P., Boffetta P., Zaridze D. Russian mortality trends for 1991–2001: analysis by cause and region. *BMJ.* 2003; 327(7421): 964. <https://doi.org/10.1136/bmj.327.7421.964>
- Kovalevskiy E.V., Schonfeld S.J., Feletto E., Moissonnier M., Kashanskiy S.V., Bukhtiyarov I.V. et al. Comparison of mortality in Asbest City and the Sverdlovsk region in the Russian federation: 1997–2010. *Environ. Health.* 2016; 15: 42. <https://doi.org/10.1186/s12940-016-0125-0>
- Sichletidis L., Chloros D., Spyrtatos D., Haidich A.B., Fourkiotou I., Kakoura M., et al. Mortality from occupational exposure to relatively pure chrysotile: a 39-year study. *Respiration.* 2009; 78(1): 63–68. <https://doi.org/10.1159/000163443>
- Pira E., Pelucchi C., Piolatto P.G., Negri E., Bilei T., La Vecchia C. Mortality from cancer and other causes in the Balangero cohort of Chrysotile asbestos miners. *Occup. Environ. Med.* 2009; 66(12): 805–809. <https://doi.org/10.1136/oem.2008.044693>
- Rubino G.F., Piolatto G., Newhouse M.L., Scansetti G., Aresini G.A., Murray R. Mortality of Chrysotile asbestos workers at the Balangero Mine, Northern Italy. *Br. J. Ind. Med.* 1979; 36(3): 187–194. <https://doi.org/10.1136/oem.36.3.187>
- Ludwig H., Müldür E., Endler G., Hübl W. Prevalence of iron deficiency across different tumors and its association with poor performance status, disease status and anemia. *Ann. Oncol.* 2013; 24(7): 1886–1892.
- Joyce E., Glasner P., Ranganathan S., Swiatecka-Urban A. Tubulointerstitial nephritis: diagnosis, treatment, and monitoring. *Pediatr Nephrol.* 2017; 32(4): 577–87. <https://doi.org/10.1093/annonc/mdt118>

20. Liddell F.D., McDonald A.D., McDonald J.C. The 1891–1920 birth cohort of Quebec Chrysotile miners and millers: development from 1904 and mortality to 1992. *Ann. Occup. Hyg.* 1997; 41(1): 13–36. <https://doi.org/10.1093/annhyg/41.1.13>
21. Ferrante D., Mirabelli D., Silvestri S., Azzolina D., Giovannini A., Tribaudino P., et al. Mortality and mesothelioma incidence among Chrysotile asbestos miners in Balangero, Italy: A cohort study. *Am J Ind Med.* 2020; 63(2): 135–145. <https://doi.org/10.1002/ajim.23071>
22. Olsson A.C., Vermeulen R., Schuz J., Kromhout H., Pesch B., Peters S., et al. Exposure-Response analyses of asbestos and lung cancer subtypes in a pooled analysis of Case-Control studies. *Epidemiology.* 2017; 28(2): 288–299. <https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000604>
23. Olsson A., Kovalevskiy E.V., Talibov M., Moissonnier M. et al. Tobacco smoking among Chrysotile asbestos workers in Asbest in the Russian Federation. *Occup. Environ Med.* 2020; 77(9): 623–627. <https://doi.org/10.1136/oemed-2019-106263>

### Сведения об авторах:

- Энн Олссон**  
научный сотрудник отдела эпидемиологии окружающей среды и образа жизни Международного агентства по изучению рака (МАИР/ВОЗ), доктор философии.  
E-mail: [olssona@iarc.who.int](mailto:olssona@iarc.who.int)  
<https://orcid.org/0000-0001-6498-2259>
- Йоахим Шюц**  
руководитель отдела эпидемиологии окружающей среды и образа жизни Международного агентства по изучению рака (МАИР/ВОЗ), доктор философии.  
E-mail: [schuzj@iarc.fr](mailto:schuzj@iarc.fr)  
<https://orcid.org/0000-0001-9687-2134>
- Бухтияров Игорь Валентинович**  
директор ФГБНУ «НИИ МТ», зав. каф. медицины труда, авиационной, космической и водолазной медицины Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет). д-р мед. наук, проф., академик РАН.  
E-mail: [bukhtiyarov@irioh.ru](mailto:bukhtiyarov@irioh.ru)  
<https://orcid.org/0000-0002-8317-2718>
- Моника Мойссонье**  
научный сотрудник отдела эпидемиологии окружающей среды и образа жизни Международного агентства по изучению рака (МАИР/ВОЗ),  
E-mail: [moissonnierm@iarc.fr](mailto:moissonnierm@iarc.fr)  
<https://orcid.org/0000-0002-8396-1143>
- Евгения Остроумова**  
научный сотрудник отдела эпидемиологии окружающей среды и образа жизни Международного агентства по изучению рака (МАИР/ВОЗ), доктор медицины.  
E-mail: [ostroumovae@iarc.who.int](mailto:ostroumovae@iarc.who.int)  
<https://orcid.org/0000-0003-4729-1733>
- Жиль Ферро**  
научный сотрудник отдела эпидемиологии окружающей среды и образа жизни Международного агентства по изучению рака (МАИР/ВОЗ), магистр естественных наук.  
E-mail: [ferro@iarc.fr](mailto:ferro@iarc.fr)
- Элеонора Фелетто**  
руководитель направления в области формирования политики в отношении злокачественных новообразований желудочно-кишечного тракта и их оценки в центре Daffodil («Нарцисс»); научный сотрудник отдела эпидемиологии окружающей среды и образа жизни Международного агентства по изучению рака (МАИР/ВОЗ), доктор философии.  
E-mail: [eleonoraf@nswcc.org.au](mailto:eleonoraf@nswcc.org.au)  
<https://orcid.org/0000-0001-6192-4694>
- Грэхем Бирнс**  
статистик в отделе эпидемиологии окружающей среды и образа жизни Международного агентства по изучению рака (МАИР/ВОЗ), доктор философии.  
E-mail: [byrnesg@iarc.fr](mailto:byrnesg@iarc.fr)  
<https://orcid.org/0000-0003-3893-7539>
- Цхомария Ираклий Мамукович**  
научный сотрудник ФГБНУ «НИИ МТ».  
E-mail: [iraklytchomariya@mail.ru](mailto:iraklytchomariya@mail.ru)  
<https://orcid.org/0000-0002-9615-3284>
- Курт Штрайф**  
руководитель программы монографий МАИР Международного агентства по изучению рака (МАИР/ВОЗ), доктор медицины.  
E-mail: [straif@iarc.fr](mailto:straif@iarc.fr)  
<https://orcid.org/0000-0003-1402-2406>
- Морозова Татьяна Владимировна**  
проф. каф. медицины труда, авиационной, космической и водолазной медицины Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет), д-р мед. наук.  
E-mail: [moroztrud@mail.ru](mailto:moroztrud@mail.ru)  
<https://orcid.org/0000-0002-5091-4260>
- Ханс Кромхаут**  
профессор Утрехтского университета, доктор философии.  
E-mail: [h.kromhout@uu.nl](mailto:h.kromhout@uu.nl)  
<https://orcid.org/0000-0002-4233-1890>
- Ковалевский Евгений Вильевич**  
гл. науч. сотр. ФГБНУ «НИИ МТ», профессор кафедры медицины труда, авиационной, космической и водолазной медицины Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет), д-р мед. наук, профессор РАН.  
E-mail: [kovevgeny2008@yandex.ru](mailto:kovevgeny2008@yandex.ru)  
<https://orcid.org/0000-0001-5166-6871>

**About the authors:**

- Ann Olsson* Scientist of the Environment and Lifestyle Epidemiology Branch, International Agency for Research on Cancer (IARC/WHO), PhD.  
E-mail: [olssona@iarc.who.int](mailto:olssona@iarc.who.int)  
<https://orcid.org/0000-0001-6498-2259>
- Joachim Schüz* Head of the Environment and Lifestyle Epidemiology Branch, International Agency for Research on Cancer (IARC/WHO), PhD.  
E-mail: [schuzj@iarc.fr](mailto:schuzj@iarc.fr)  
<https://orcid.org/0000-0001-9687-2134>
- Igor V. Bukhtiyarov* Director of Federal State Budgetary Scientific Institution Izmerov Research Institute of Occupational Health, Head of the Department of Occupational Medicine, Aviation, Space and Diving Medicine in I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Dr. of Sci. (Med.), Professor, RAS Academician.  
E-mail: [bukhtiyarov@irioh.ru](mailto:bukhtiyarov@irioh.ru)  
<https://orcid.org/0000-0002-8317-2718>
- Monika Moissonnier* Scientist of the Environment and Lifestyle Epidemiology Branch, International Agency for Research on Cancer (IARC/WHO).  
E-mail: [moissonnierm@iarc.fr](mailto:moissonnierm@iarc.fr)  
<https://orcid.org/0000-0002-8396-1143>
- Evgenia Ostroumova* Scientist in the Environment and Lifestyle Epidemiology Branch, International Agency for Research on Cancer (IARC/WHO), MD, PhD.  
E-mail: [ostroumovae@iarc.who.int](mailto:ostroumovae@iarc.who.int)  
<https://orcid.org/0000-0003-4729-1733>
- Gilles Ferro* Scientist in the Environment and Lifestyle Epidemiology Branch, International Agency for Research on Cancer (IARC/WHO), MSc.  
E-mail: [ferro@iarc.fr](mailto:ferro@iarc.fr)
- Eleonora Feletto* Leader of the Gastrointestinal Cancers Policy and Evaluation Stream at the Daffodil Centre; Scientist of the Environment and Lifestyle Epidemiology Branch, International Agency for Research on Cancer (IARC/WHO), PhD.  
E-mail: [eleonoraf@nswcc.org.au](mailto:eleonoraf@nswcc.org.au)  
<https://orcid.org/0000-0001-6192-4694>
- Graham Byrnes* Statistician in the Environment and Lifestyle Epidemiology Branch, International Agency for Research on Cancer (IARC/WHO), PhD.  
E-mail: [byrnesg@iarc.fr](mailto:byrnesg@iarc.fr)  
<https://orcid.org/0000-0003-3893-7539>
- Iraklii M. Tskhomariia* Researcher of Izmerov Research Institute of Occupational Health.  
E-mail: [iraklytchomariya@mail.ru](mailto:iraklytchomariya@mail.ru)  
<https://orcid.org/0000-0002-9615-3284>
- Kurt Straif* Head of the IARC Monographs Programme of the International Agency for Research on Cancer (IARC/WHO), MD, Ph.D.  
E-mail: [straif@iarc.fr](mailto:straif@iarc.fr)  
<https://orcid.org/0000-0003-1402-2406>
- Tatiana V. Morozova* Professor the Department of Occupational Medicine, Aviation, Space and Diving Medicine in I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Dr. of Sci. (Med.).  
E-mail: [moroztrud@mail.ru](mailto:moroztrud@mail.ru)  
<https://orcid.org/0000-0002-5091-4260>
- Hans Kromhout* Professor at Utrecht University, PhD.  
E-mail: [h.kromhout@uu.nl](mailto:h.kromhout@uu.nl)  
<https://orcid.org/0000-0002-4233-1890>
- Evgeny V. Kovalevskiy* Main Researcher of Izmerov Research Institute of Occupational Health, Professor of the Department of Occupational Medicine, Aviation, Space and Diving Medicine in I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Dr. of Sci. (Med.), RAS professor.  
E-mail: [kovevgeny2008@yandex.ru](mailto:kovevgeny2008@yandex.ru)  
<https://orcid.org/0000-0001-5166-6871>