

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

EDN: <https://elibrary.ru/tqfqtq>DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2023-63-5-315-326>

УДК 656.13:613.6.02:314.48:[613.6.069 + 616-006]

© Котеров А.Н., Ушенкова Л.Н., 2023

Котеров А.Н., Ушенкова Л.Н.

Смертность профессиональных водителей 9 стран: систематический обзор и мета-анализ

ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им.

А.И. Бурназяна ФМБА России», ул. Живописная, 46, Москва, 123182

Выполнен систематический обзор, объединяющий анализ (по средним значениям для выборок после удаления выпадающих вариантов) и мета-анализ для показателей *Standardized mortality ratio (SMR)* сравнительно с генеральной популяцией по общей смертности и смертности от всех злокачественных новообразований для профессиональных водителей (только мужчины) различных стран (когорты Великобритании, Дании, Исландии, Италии, Канады, России, Сингапура, Швейцарии и Швеции (1988–2002 гг.); данные для США (1978) были недоступны; всего 13 работ). Критериями поиска и отбора источников (*PubMed*, *Google*, *Cochrane Systematic Reviews* и списки литературы публикаций) являлись: а) когорта только водителей, без добавления иных работников автопредприятий; б) наличие в исследовании показателей общей смертности ('all causes') и/или смертности от всех злокачественных новообразований ('all cancer', 'all malignant neoplasms'); в) выражение показателей смертности только в индексе SMR.

По результатам объединяющего анализа и мета-анализа для общей группы водителей (дальнобойщики, шоферы нефтяного производства, грузовиков, такси, автобусов и троллейбусов; 14 когорт) по показателю общей смертности продемонстрирован слабый «эффект здорового работника» (HWE; мета-анализ: $SMR=0,92$; 95% доверительные интервалы (CI): 0,85; 0,99; о наличии HWE судили по величине верхнего $CI<1,0$). Выявлены также тенденции к HWE по общей смертности для водителей такси и грузовиков ($SMR=0,9-0,93$), но для выводов выборки слишком малы. Для остальных групп водителей HWE не обнаружен.

В обоих типах синтетических исследований не наблюдалось HWE по показателю SMR для смертности от всех злокачественных новообразований ни для общей группы водителей (8 стран; 16 когорт), ни для отдельных профессиональных групп. Имелись слабые повышения SMR (на 3–10%), величина которых по эпидемиологическим канонам труднодоказуема, а по шкале рисков R.R. Monson соответствует отсутствию эффекта.

Отсутствие значимых рисков как по интегральному показателю благополучия (продолжительности жизни, обратно пропорциональна SMR), так и по смертности от всех типов злокачественных новообразований для профессиональных водителей, делает маловероятным ожидание повышенной смертности населения России из-за всё увеличивающейся массовой автомобилизации.

Ключевые слова: профессиональные водители; общая смертность; смертность от злокачественных новообразований; стандартизованное отношение смертности; эффект здорового работника

Для цитирования: Котеров А.Н., Ушенкова Л.Н. Смертность профессиональных водителей 9 стран: систематический обзор и мета-анализ. *Мед. труда и пром. экол.* 2023; 63(5): 315–326. <https://elibrary.ru/tqfqtq> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2023-63-5-315-326>

Для корреспонденции: Котеров Алексей Николаевич, зав. лаб., ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна, д-р биол. наук. E-mail: govorilga@inbox.ru

Участие авторов:

Котеров А.Н. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка данных, написание текста, редактирование; Ушенкова Л.Н. — сбор и обработка данных, редактирование.

Финансирование. В рамках более широкой бюджетной темы ФМБА России; без иных источников финансирования и спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 17.01.2023 / Дата принятия к печати: 24.01.2023 / Дата публикации: 05.05.2023

Aleksei N. Koterov, Liliya N. Ushenkova

Professional driver mortality in 9 countries: a systematic review and meta-analysis

A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center, 46, Zhivopisnaya St., Moscow, 123182

A systematic review, combining analysis (on means after deleting outliers from samples) and meta-analysis for Standardized mortality ratio (SMR) versus the general population for total and all-cancer mortality for professional drivers (men only) of various countries (cohorts of Great Britain, Denmark, Iceland, Italy, Canada, Russia, Singapore, Switzerland and Sweden (1988–2002); data for the USA (1978) were not available; 13 papers in total) were conducted. The criteria for the search and selection of sources (*PubMed*, *Google*, *Cochrane Systematic Reviews* and reference lists of publications) were: a) a cohort of drivers only, without adding other employees of auto enterprises; b) the presence in the study of index of total mortality ('all causes') and/or mortality from all malignant neoplasms ('all cancer'); c) the expression of mortality rates only in the SMR index.

A combined analysis and meta-analysis showed a weak healthy worker effect (HWE; meta-analysis: $SMR=0.92$, 95% confidence intervals (CI): 0.85, 0.99, the presence of HWE was judged by the value of the upper $CI<1.0$). There are also trends towards HWE for overall mortality for taxi and truck drivers ($SMR=0.9-0.93$), but the samples are too small to draw conclusions. For other groups of drivers HWE was not found.

In both types of synthetic studies, no SMR for HWE was observed for mortality from all malignancies, either for the general group of drivers (8 countries; 16 cohorts) or for individual occupational groups. There were slight increases in SMR (by 3–10%), the magnitude of which, according to epidemiological canons, is difficult to prove, and according to the risk scale by R.R. Monson corresponds to no effect.

The absence of significant risks both in terms of the integral indicator of well-being (life expectancy, inversely proportional to SMR), and in terms of mortality from all types of malignant neoplasms for professional drivers makes it unlikely that the population of Russia will experience increased mortality due to ever-increasing mass motorization.

Keywords: professional drivers; overall mortality; mortality from malignant neoplasms; standardized mortality ratio; healthy worker effect

For citation: Koterov A.N., Ushenkova L.N. Professional driver mortality in 9 countries: a systematic review and meta-analysis. *Med. truda i prom. ekol.* 2023; 63(5): 315–326. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2023-63-5-315-326> <https://elibrary.ru/tqfqtq> (in Russian)

For correspondence: Aleksei N. Koterov, chief of laboratory, A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia, D.Sc. (Biology). E-mail: govorilga@inbox.ru

Information about the authors: Koterov A.N. <https://orcid.org/0000-0001-8700-7624>

Ushenkova L.N. <https://orcid.org/0000-0001-8486-8007>

Contribution:

Koterov A.N. — the concept and design of the study, data collection and processing, writing the text, editing;

Ushenkova L.N. — data collection and processing, editing.

Funding. As part of the broader budget theme of the FMBA of Russia; without other sources of funding and sponsorship.

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

Received: 17.01.2023 / Accepted: 24.01.2023 / Published: 05.05.2023

Введение. «Эффект здорового работника» ('Healthy worker effect'; HWE [1])¹ (список примечаний идёт после основного текста) впервые был продемонстрирован в Великобритании в 1885 г. William Ogle [10], а сам термин введён только в 1974 г. A.J. McMichael (США) [11]². Ряд типов селекций либо отсеков при занятии трудными и/или вредными профессиями приводит к тому, что популяция работников оказывается в целом здоровее по самым разным показателям, чем генеральная или близкие региональные [1], включая показатель «Стандартизованного отношения смертности» ('Standardized mortality ratio'; SMR)³.

Согласно Fox A.J., Collier P.F., 1976 [14] (см. также в [1]), составляющая HWE триада включает:

а) Отбор здорового населения [то есть самоотбор уже при решении о такой работе плюс — отбор при найме];

б) Буквально — «выживание» (survival) во вредном производстве более здоровых индивидуумов [увольнение или уход тех, кто чувствует неспособность продолжать подобную деятельность].

в) Продолжительность времени отслеживания эффектов у работников ('Follow-up'). По показателю SMR HWE имеет динамическую фазу и фазу плато в зависимости от продолжительности наблюдения [1].

В исследовании Wen C.P. et al., 1983 [15] (см. также в [1]) приводятся три фактора, влияющие на HWE применительно к SMR:

а) Смещение отбора (selection bias);

б) Улучшение социально-экономического положения (changes in lifestyle accompanying employment — экономическая выгода, медицинское страхование и изменение образа жизни);

в) Методологические моменты расчёта SMR. Так, показано, что часть HWE характерна именно для этой методологии, и что величина эффекта зависит от доли активных работников в когорте, продолжительности их жизни и пр.

Хотя HWE нередко относят к субъективным уклонам (bias) [16], специалист по эпидемиологии профессиональных воздействий [17] R.R. Monson полагает, что это некорректно (не всегда субъективно, не зависит от исследователя), и данный феномен следует относить к вмешивающимся факторам (confounder) [1].

HWE имеет место на самых неожиданных производствах, включая химическое разной степени вредности. К примеру, для такой занятости мета-анализ Greenberg R.S. et al., 2001 [18], охвативший 461 когорту, составившую 181 группу, выявил по индексу SMR снижение смертности от всех причин на 10%, а мета-анализ Alder N. et al.,

2006 (31 исследование; 11 стран) [19] для производства искусственного каучука — на 14%. Работники предприятий по изготовлению пластика, подвергающиеся воздействию асбеста, формальдегида и поливинилхлорида, имели SMR от всех причин на 30% меньше ($p < 0,001$) сравнительно с генеральной популяцией США [20]. Есть и другие подобные примеры, хотя HWE далеко не вездесущ [1], что будет видно в том числе из представленных ниже исследований.

Ранее нами анализировался указанный феномен для работников ядерной индустрии, и на примере объединённой когорты Великобритании [21] и когорты ПО «Маяк» [22] было обнаружено, что SMR в более ранние десятилетия имел намного меньшую величину, чем в последующее время [23] (как указывалось выше — «динамическая фаза и плато» [1])⁴. Представляло интерес сравнение величин SMR по общей смертности и смертности от всех типов рака для работников ядерной индустрии с их, вероятно, «эталонными» по имиджу опасности для СМИ, населения и, обыденного и обыденно-научного сознания факторами риска/вредности с показателями для другими профессиональными групп. В процессе попутного исследования был накоплен материал по SMR для таких контингентов, как профессиональные водители, пилоты, врачи, работники медико-биологических лабораторий, асбестового и химического производства и т. д. Полнота материала в ряде случаев позволяет выполнить соответствующие систематические обзоры и мета-анализы, первый из которых, для водителей, представлен ниже.

Цель исследования — охватить в систематическом обзоре максимально полное число источников по исследованию SMR применительно к общей смертности («от всех причин»; 'all causes') и смертности от всех типов злокачественных новообразований ('all cancer'; 'all malignant neoplasms') для профессиональных водителей с последующим выполнением объединяющих анализов (по средним тенденциям в выборках) и мета-анализов для общей группы и для отдельных групп по типам автотранспорта.

Помимо эпидемиологических оснований, общественно-социальная значимость данного исследования для России заключается в том, что массовое распространение легкового автотранспорта среди населения (по крайней мере городского) произошло только в последние порядка 30 лет. И остаётся неясным, как на продолжительности жизни настоящих поколений может отразиться поголовная автомобилизация, которой сопутствуют интенсивные

экспозиции выхлопных газов и воздействие иных неблагоприятных факторов, включая стрессы от многочасовых стояний в пробках и пр. Понятно, что с наиболее интенсивным воздействием подобных факторов сталкиваются именно профессиональные водители.

Методы исследования. Поиск и отбор источников. Поиск проводился в октябре — ноябре 2022 г. Поисковые системы: *PubMed (Medline)*, *Google*, *Cochrane Systematic Reviews* и тотальный скрининг списков литературы в последовательно обнаруживаемых источниках по теме или близко к таковой.

Конструкции для поиска (в двойных кавычках опознаны системами как единое целое):

["standardized mortality ratio"&"drivers"]: *Pubmed* — 15 источников, *Google* — 73 ссылки, *Cochrane Systematic Reviews* — 225 публикаций.

Дополнительно в *PubMed* осуществляли поиск на конструкцию: ["drivers"&"mortality"&"all causes"] — 22 источника и ["drivers mortality"] — 11 источников.

Скрининг обнаруженного показал отсутствие публикаций на сколь-либо близкую тему в *Cochrane Systematic Reviews*. Главными поисковыми системами оказались *PubMed* и *Google*, которые, однако, не смогли выявить отдельные уместные источники, найденные в списках литературы работ.

Всего обнаружено 43 исследования, близких по теме (*рисунок*), но лишь 13 строго отвечали критериям отбора:

а) Когорта только водителей, без «разбавления» иными работниками соответствующих автопредприятий, ремонтниками и т. п. (для некоторых когорт вклад водителей составлял от 19% [31] до 70% [32], либо вовсе изучались показатели для всей автотранспортной компании, без указания на долю водителей [33]).

б) Наличие показателей общей смертности ('all causes') и/или смертности от всех злокачественных новообразований ('all cancer', 'all malignant neoplasms').

в) Относительные показатели смертности должны быть выражены в индексе *SMR*, но не относительного

риска (*RR*), не пропорционального отношения смертности (*PMR*) и пр.

Во всех случаях водителями являлись мужчины. Использовали показатели *SMR* только сравнительно с генеральной популяцией.

Полнота выборки. Несмотря на то, что хронологический диапазон отобранных для систематического обзора публикаций оказался относительно узким (1978–2002 гг., точнее — 1988–2002 гг., *рисунок и табл. 1*) и не охватывает последние десятилетия (то есть, обобщающие все причины смерти исследования, похоже, прекратились), полнота выборки, судя по всему, абсолютна или близка к таковой. На это указывает, на наш взгляд, упомянутый поиск через *Google* и *PubMed* на весьма широкую смысловую конструкцию, строгий скрининг всех списков литературы в доступных источниках (доступными было подавляющее большинство), а также меньшие выборки в двух отчасти аналогичных систематических обзорах от 2013 г. и 2018 г., один из которых использовал 8 баз данных, а другой — и *Medline*, и *Embase* [34, 35] (см. следующий подраздел).

Для 11 из 13 уместных работ имелись оригиналы (*PDF*). Исчерпывающее резюме включала работа из Сингапура [36], и только для самой древней публикации из США от 1978 г. [37] малоинформативное резюме не позволило извлечь необходимые данные⁵.

Вероятно, можно найти ещё не охваченные публикации по показателям *SMR* для частных причин смертности у водителей (*рисунок*). К примеру, имеется мета-анализ для рака почек от дизельных выхлопов (35 источников; водители и железнодорожники) [40], целый ряд работ посвящён раку лёгкого ([41] и др.) и болезням системы кровообращения ([42] и др.) у автотранспортников. Но вряд ли есть не охваченные исследования по *SMR* для общей смертности и/или для смертности от всех злокачественных новообразований (разумеется, входящие в базы данных или индексируемые системой *Google*).

Таким образом, можно говорить о выполнении критериев систематического обзора согласно подходам

Вошли в мета-анализ Included in meta-analysis	Общая когорта с иными работниками Shared cohort with other workers	Отдельные типы рака, болезней системы кровообращения и т.п. Certain types of cancer, diseases of the circulatory system, etc.	
- Balarajan_McDowall_1988 - Borgia_et_al_1994 - Guberan_et_al_1992 - Hansen_1993 - Hedberg_et_al_1991 - Koh_et_al_1988 - Luepker_Smith_1978 - Netterstrom_1988 - Paradis_et_al_1989 - Rafnsson_Gunnarsdottir_1991 - Schnatter_et_al_1993 - Sorahan_et_al_2002 - Соленова_и_др_2000 (Solenova et al., 2000)	- Birdsey_2010 - Laden_et_al_2007 - Merlo_et_al_2010 Her SMR - Alfredsson_et_al_1993_RR - Boffetta_et_al_1988_RR - Chokotho_et_al_2012 - Gustavsson_et_al_1996_RR - Lawin_et_al_2018_Review_RR_SMR - Michaels_Zoloth_1991_PMR - Saltzman_Belzer_NIOSH_2007 - Teoh_2021_SMR_on_number_works No SMR	- Ahlberg_et_al_1981 - Bigert_et_al_2003 - Boffetta_Silverman_2001 - Buell_et_al_1960 - Damber_Larsson_1985 - Garshick_ET_AL_2008 - Gustavsson_et_al_1990 - Gustavsson_et_al_1996 - Hansen_et_al_1998 - Hart_et_al_2013 - Hoar_Hoover_1985 - Jacobsson_et_al_1997_RR - Jensen_et_al_1987	- Lynge_et_al_1997 - Menvielle_et_al_2002 - Robinson_et_al_2005 - Rushton_1993 - Soll-Johanning_et_al_1998 - Steenland_et_al_1990 вероятно, и др. probably etc. Систематические обзоры Systematic reviewa - Boffetta_Silverman_2001 - Lawin_et_al_2018 - Mannocci_et_al_2013_SMR_syst_rev

Рисунок. Исследования, включающие показатели смертности у профессиональных водителей, выявленные в процессе поиска.

Figure. Studies that include mortality indexes for professional drivers identified during the search process.

Таблица 1 / Table 1

Показатели для выборки исследований, вошедших в систематический обзор, объединяющий анализ и мета-анализ**Data for a sample of studies included in a systematic review, combined analysis and meta-analysis**

<i>Source, cohort, country</i>	<i>Sample size</i>	<i>Follow up to</i>	<i>SMR all causes (±95% CI)</i>	<i>SMR all cancer (±95% CI)</i>
Luepker R.V., Smith M.L., 1978. <i>Truck drivers. USA</i> [37]	Data not available	до 1976	Data not available*	Data not available
Соленова Л.Г. и др., 2000 (Solénova L.G. et al., 2000). <i>Bus and trolleybus drivers. Russia</i> [52]**	2528	1962–1988	0,63 (0,59; 0,68)	0,67 (0,59; 0,76)
Koh D. et al., 1988. <i>Taxi drivers. Singapore</i> [36]	6377	1984–1986	0,8 (0,65; 0,97)	1,22 (0,88; 1,65)
Balarajan R. et al., 1988. <i>Taxi drivers. Great Britain</i> [53]***	No data	1950–1984	0,86 (0,77; 0,95)	1,07 (0,87; 1,29)
Balarajan R. et al., 1988. <i>Bus and coach drivers (городские и междугородные автобусы). Great Britain</i> [53]***	No data	1950–1984	0,88 (0,75; 1,03)	1,36 (1,0; 1,8)
Borgia P. et al., 1994. <i>Taxi drivers. Italy</i> [39]	2311	1950–1988	0,89 (0,82; 0,96)	0,99 (0,86; 1,13)
Schnatter A.R. et al., 1993. <i>Petroleum tank truck drivers. Canada</i> [54]	No data	1964–1983	0,9 (0,76; 1,05)	0,85 (0,58; 1,2)
Balarajan R. et al., 1988. <i>All professional drivers. Great Britain</i> [53]***	3392	1950–1984	0,91 (0,87; 0,95)	1,22 (1,13; 1,31)
Balarajan R. et al., 1988. <i>Lorry drivers (грузовики). Great Britain</i> [53]***	No data	1950–1984	0,93 (0,89; 0,98)	1,25 (1,15; 1,36)
Rafnsson V., Gunnarsdottir H., 1991. <i>Truck drivers. Iceland</i> [55]	868	1951–1988	0,95 (0,86; 1,05)	1,18 (0,95; 1,44)
Paradis G. et al., 1989. <i>Bus drivers. Canada</i> [38]	2134	1962–1985	0,97 (0,91; 1,04)	0,89 (0,77; 1,01)
Hansen E.S., 1993. <i>Truck drivers. Denmark</i> [56]	14 225	1970–1980	1,0 (0,89; 1,11)	1,21 (1,04; 1,4)
Rafnsson V., Gunnarsdottir H., 1991. <i>Taxi drivers. Iceland</i> [55]	879	1951–1988	1,02 (0,91; 1,13)	0,97 (0,72; 1,29)
Hedberg G. et al., 1991. <i>Professional drivers. Sweden</i> [57]	1731	1974–1985	1,07 (0,9; 1,28)	—
Guberan E. et al., 1992. <i>Professional drivers (license for driving lorries, taxis, buses, or coaches). Switzerland</i> [58]	6630	1949–1986	1,15 (1,07; 1,23)	1,25 (1,12; 1,4)
Sorahan T. et al., 2002. <i>Petroleum distribution; drivers. Great Britain</i> [59]	No data	1951–1998	—	0,94 (0,90; 0,98)
Sorahan T. et al., 2002. <i>Oil refinery distribution; drivers. Great Britain</i> [59]	No data	1951–1998	—	0,97 (0,88; 1,08)
Netterstrom B., 1988. <i>Bus drivers. Denmark</i> [60]***	2465	1978–1984	—	1,2 (0,96; 1,48)

Примечания: * — «Показатели смертности были ниже, чем для населения США» (Abstract [37]). Без величин $\pm 95\%$ CI нельзя сделать такой вывод. ** — Взяты сведения только для мужчин. Объединённые данные из [52] для периодов 1962–1978 гг. («Все причины»: SMR=0,7; 95% CI: 0,63; 0,78; «Злокачественные новообразования»: SMR=0,77; 95% CI: 0,63; 0,93) и 1979–1988 гг. («Все причины»: SMR=0,58; 95% CI: 0,53; 0,63; «Злокачественные новообразования»: SMR=0,67; 95% CI: 0,57; 0,79). По представленным в [52] числам наблюдаемых и ожидаемых смертей для указанных периодов нами сделана суммарная сводка О/Е за 1962–1988 гг. и, затем, рассчитаны SMR и $\pm 95\%$ CI. *** — В оригиналах [53, 60] представлены SMR и число наблюдаемых смертей. Число ожидаемых смертей и, затем, $\pm 95\%$ CI, рассчитаны нами.

Notes: * — 'Mortality rates were lower than those found in the U.S. population' (Abstract [37]). Without $\pm 95\%$ CI values, no such conclusion can be drawn. ** — Data taken for men only. Combined data from [52] (Table 1) for the periods 1962–1978 ('All causes': SMR=0,7; 95% CI: 0,63; 0,78; 'Malignant neoplasms': SMR=0,77; 95% CI: 0,63; 0,93) and 1979–1988 ('All causes': SMR=0,58; 95% CI: 0,53; 0,63; 'Malignant neoplasms': SMR=0,67; 95% CI: 0,57; 0,79). According to the numbers of observed and expected deaths presented in [52] for the indicated periods, we made a summary O/E ratio for 1962–1988. and then calculated SMR and $\pm 95\%$ CI. *** — The originals [53, 60] present the SMR and the number of observed deaths. The number of expected deaths and then $\pm 95\%$ CI are calculated by us.

Кокрейновского общества [43]: точная, конкретная цель, полнота выборки и подробное описание методов поиска и отбора источников.

Аналоги и прототипы исследования. Прототипы настоящей работы не обнаружены, а некоторыми аналогами могут считаться три исследования [34, 35, 40]. Наиболее отдалённым является упомянутый выше мета-анализ риска рака почки при воздействии дизельных выхлопов на

водителей и железнодорожников (Boffetta P., Silverman D.T., 2001) [40]. Следующим по значимости выступает недавний «систематический обзор» (без мета-анализа) по оценкам риска медико-биологических последствий от воздушного загрязнения для водителей коммерческого транспорта (Lawin H. et al., 2018) [35]. В этот обзор вошло только одно исследование из выборки по SMR (суммарная когорта водителей и ремонтников автобусов) [32].

Цель систематического обзора была, вероятно, выявить молекулярно-клеточные и молекулярно-генетические закономерности, в частности, окислительно-восстановительный потенциал в клетках водителей в условиях загрязнения (19 таких публикаций в обзоре из 20 использованных). Но тогда непонятно включение работы для автобусного депо [32], из которой авторы [35] приводят SMR для общей смертности, смертности от рака лёгкого и лимфомы Ходжкина. В выборку [35] входят ещё две работы из обнаруженных нами (рисунок), но они посвящены SMR от частных заболеваний и рассматриваются в ином контексте.

Таким образом, «систематический обзор» от 2018 г. [35], хотя и выполненный на основе 8 баз данных, вряд ли включает все публикации даже по влиянию загрязнения воздуха (выборка только за 1996–2016 гг.) и не отвечает ни на какие вопросы настоящего исследования.

Последний источник, также только систематический обзор, представляет собой публикацию на итальянском, для которой доступен только реферат (Mantocci A. et al., 2013) [34]. Судя по последнему, собраны данные по SMR и иным показателям риска для общей смертности, смертности от рака и болезней системы кровообращения у водителей. Подборка включает 9 работ, по косвенным признакам по крайней мере две входят и в сформированную нами выборку. Мета-анализ в итальянской работе [34] выполнен не был, да и размер выборки меньше, чем в нашем случае ($n=9$ против $n=13$), хотя авторы использовали для поиска не только Medline, но и Embase. К тому же обзор [34] не даёт ответа на вопрос об общей смертности или смертности от всех злокачественных новообразований. Заключение в резюме сводится только к констатации неоднородности выборки, не позволившей обобщить данные, и к наличию связи между работой водителями, с одной стороны, и учащением рака лёгкого, а также болезней системы кровообращения, с другой.

Статистические модели и методики. Для синтеза данных использовалось два подхода.

Первый, называемый нами «объединяющим анализом» [44] ('combined', в отличие от мета- и pooled-анализа [45]), заключался в вычислении средней тенденции после удаления из выборки выпадающих по критерию Шовене значений (*Chauvenet's criterion*; таблица может охватывать 50–1000 вариант [46]). Затем с помощью программы Statistica (version 10) рассчитывали средние значения (Mean) и 95%-е доверительные интервалы (95% CI).

Вторым подходом являлся мета-анализ, выполняемый с помощью программы WinPepi (version 11.60; J. Abramson; Israel). Программа оценивает гетерогенность выборки по стандартным коэффициентам 'Higgins and Thompson' [47]. Показатель H менее 1,2 свидетельствует о гомогенности выборки, а свыше 1,5 — о выраженной гетерогенности. Величина I^2 отражает % вариант в выборке, атрибутивных гетерогенности [47]. При наличии гетерогенности из двух статистических моделей мета-анализа (*Fixed-effect* и *Random-effect*) рекомендуется выбирать вторую, что и имеет место для большинства медико-биологических исследований [45].

Программа WinPepi анализирует также публикационное смещение (publication bias) по 'Regression asymmetry test' для Funnel plot от M. Egger с соавторами и позволяет в том числе рассчитывать $SMR \pm 95\% CI$ по отношению числа наблюдаемых (*Observed*; O) к числу ожидаемых (*Expected*; E) случаев смерти/заболеваемости.

О наличии HWE судили, исходя из того, что верхняя граница 95% CI должна быть $<1,0$ [48]. Сходный подход использовался в итальянском исследовании SMR у вагоноремонтников [49]⁶, а также при оценке пороговой дозы для радиогенных катаракт в когорте пострадавших от атомной бомбардировки. Об отсутствии порога в этом случае может свидетельствовать величина нижнего 90% CI $<1,0$ [50, 51]⁷.

Результаты и обсуждение. В таблице 1 представлена сформированная выборка исследований (13 работ; 10 стран).

Недоступная работа [37] в последующие синтетические анализы не входила.

Можно видеть, что выборки во всех работах достаточны для подобного рода исследований — тысячи, вплоть до более десяти тысяч индивидуумов (за исключением двух групп водителей из Исландии, которые насчитывают менее тысячи). Отсутствие в таблице 1 в ряде исследований размера выборок — как в оригиналах. В этих работах водители составляли подгруппу общей когорты, и авторы, приведя для них показатели смертности, дифференцированные величины выборок не указали (за исключением исландского исследования [55]).

Выполнять в нашем случае иллюстративные Forest plot не представилось целесообразным, поскольку основные закономерности вполне можно увидеть в таблице 1 вследствие относительно малого числа источников.

Анализ данных в таблице 1 демонстрирует наиболее низкие SMR для российской работы Соленова Л.Г. и др., 2000 [52], в которой смертность водителей анализировалась для 1962–1988 гг., то есть в советский период и до так называемой «перестройки» и её последствий. Поэтому вряд ли высокий HWE обусловлен здесь, как у работников ядерной индустрии Великобритании в ранний период после войны [21] (прим. 4), плачевным состоянием здоровья и условий жизни генеральной популяции.

Столь благоприятное влияние вождения автобусов и троллейбусов на общую смертность ($SMR=0,63$) и на смертность от злокачественных новообразований ($SMR=0,67$) [52] может сравниться только с упоминавшимися в прим. 4 показателями для космонавтов [26], астронавтов [27] и атлетов [27, 28]. Можно добавить, что индекс SMR порядка 0,6 или чуть выше для смертности от всех причин и от всех раков встретился нам ещё только для пилотов [61, 62] (и др.) и немногих иных профессий⁸.

Вероятно, в исследовании [52] всё же имелся некоторый недоучёт числа смертей в когорте, вполне допустимый для того относительного неустройства, в том числе, по-видимому, и в медицинской, а также статистической документации, которое наблюдалось в СССР в период второй половины 1980-х гг. Хотя авторы исследования [52] и не рассматривают причины выявленного ими столь высокого HWE сравнительно с цитируемыми аналогичными работами [38, 39, 53] (табл. 1).

Тем не менее, как указывал один из основателей медицинской статистики, доказательной медицины и современных методов в эпидемиологии, Austin Bradford Hill, никогда не следует «выбрасывать в окно здравый смысл» [63].

В таблицах 2 и 3 представлены результаты объединяющего анализа и мета-анализа для индекса SMR у водителей по общей смертности и смертности от всех злокачественных новообразований соответственно.

Исходя из данных в таблицах 2 и 3 следует, во-первых, наличие гетерогенности для большинства

Таблица 2 / Table 2

Результаты объединяющего анализа и мета-анализа для SMR по общей смертности у профессиональных водителей (9 стран)***Results of combined analysis and meta-analysis for SMR on overall mortality among professional drivers (9 countries)***

Cohort	Combined analysis ($\pm 95\%$ CI)	Meta-analysis ($\pm 95\%$ CI)
All drivers	0,92 (0,88; 0,96)*; n=11**	Random: 0,92 (0,85; 0,99)*; n=14. H=3,6; I ² = 92%; Egger's test: p=0,942
Truck drivers	0,95 (0,83; 1,07); n=3	Fixed=Random: 0,96 (0,9; 1,03); n=3. H=1,0; I ² =0%; Egger's test: p=0,567
Taxi drivers	0,89 (0,74; 1,04); n=4	Random: 0,9 (0,83; 0,98)*; n=4. H=1,6; I ² =59%; Egger's test: p=0,759
Bus drivers	0,83 (0,39; 1,26); n=3	Random: 0,81 (0,59; 1,11); n=3. H=6,2; I ² =97%; Egger's test: p=0,960
Lorry drivers (грузовики)	0,93 (0,89; 0,98)*; n=1***	—

Примечания: * — показатели с HWE; ** — по критерию Шовене последовательно выпали данные [52] (SMR=0,63), [58] (SMR=1,15) и [57] (SMR=1,07); *** — данные из Balarajan R. et al., 1988 (Лондон) [53].

Notes: * — data with HWE. ** — according to the Chauvenet's criterion, data [52] (SMR=0,63), [58] (SMR=1,15) and [57] (SMR=1,07) were successively dropped out; *** — data from Balarajan R. et al., 1988 (London) [53].

Таблица 3 / Table 3

Результаты объединяющего анализа и мета-анализа для SMR по смертности от всех злокачественных новообразований у профессиональных водителей (8 стран)**Results of combined analysis and meta-analysis for SMR on mortality from all malignancies in professional drivers (8 countries)**

Cohort	Combined analysis ($\pm 95\%$ CI)	Meta-analysis ($\pm 95\%$ CI)
All drivers	1,1 (1,02; 1,19); n=15*	Random: 1,06 (0,96; 1,16); n=16. H=3,0; I ² =89%; Egger's test: p=0,500
Truck drivers	1,03 (0,83; 1,23); n=5	Random: 1,03 (0,92; 1,14); n=5. H=1,9; I ² =72%; Egger's test: p=0,290
Taxi drivers	1,06 (0,88; 1,24); n=4	Fixed=Random: 1,03 (0,93; 1,14); n=4. H=1,0; I ² =0%; Egger's test: p=0,409
Bus drivers	1,03 (0,54; 1,52); n=4	Random: 0,97 (0,73; 1,31); n=4. H=3,3; I ² =91%; Egger's test: p=0,126
Lorry drivers (грузовики)	1,25 (1,15; 1,36); n=1**	—

Примечания: * — по критерию Шовене выпали данные [52] (SMR=0,67). ** — Данные из Balarajan R. et al., 1988 (Лондон) [53]. Notes: * — According to the Chauvenet's criterion, data [52] (SMR=0,67) was successively dropped out. ** — Data from Balarajan R. et al., 1988 (London) [53].

выборки, что обусловило применение в мета-анализе модели 'Random-effect'. Во-вторых, налицо отсутствие публикационного смещения — почти во всех случаях Egger's test (для асимметрии Funnel plot) демонстрирует показатели p не просто выше 0,05, но имеющие значительную величину.

Видно наличие очень слабого HWE (снижение на 8%) по общей смертности у всех водителей (табл. 2), воспроизводящегося как в объединяющем анализе, так и в мета-анализе. HWE (на 10%) выявлен для указанного показателя и для водителей такси, хотя и только в мета-анализе (следует рассматривать как основной синтетический подход, хотя выборка для таксистов мала). Что же касается 7%-го снижения смертности у водителей грузовиков, то здесь можно говорить только о тенденции, поскольку это данные единственного исследования [53].

В отличие от общей смертности, индекс SMR для смертности от всех раков не выявил HWE ни для каких групп (табл. 3). Действительно, для всей выборки (табл. 1) только в двух исследованиях имелся HWE по данному показателю — в российской работе [52] (SMR=0,67; 95% CI: 0,59; 0,76) и в работе из Великобритании [59] (SMR=0,94; 95% CI: 0,90; 0,98). Хотя во втором случае эффект, конечно, мал.

Если взглянуть на проблему с другой стороны, то из таблицы 3 следует, что работа водителем слабо увеличивает смертность от всех типов рака суммарно: максимальные превышения SMR по результатам мета-анализа (как сказано, преимущественный подход) лежат в пределах 3–6% (повышенный показатель для водителей грузовиков, вновь, нельзя считать окончательным из-за единич-

ного исследования). В крайнем случае можно говорить о максимум 10%-м повышении по результатам объединяющего анализа для всей когорты.

Абстрагируясь от показателя SMR (см. далее), можно спросить: «Что такое увеличение/уменьшение риска на 10%?» Применительно к RR по стандартной шкале R.R. Monson это не просто «слабый эффект», а, по эпидемиологическим основаниям, это «отсутствие эффекта» (RR=0,9–1,2), обусловленное проблематичностью отделения подобных рисков в обсервационных исследованиях от действия вмешивающихся факторов, уклонов и случайностей (подробно об ординальных шкалах риска см. в наших публикациях [64, 65]). Это намного ниже риска пассивного курения (RR=1,2–1,25) [66–68]⁹.

В то же время, в целом ряде работ для водителей продемонстрировано учащение отдельных типов рака, обусловленное профессиональными факторами вредности. Это уже упомянутые рак лёгкого [32, 33, 35, 39, 40, 53, 58] и рак почки [41, 54] (таких исследований много); продемонстрировано также учащение рака мочевого пузыря [53, 59, 60, 69] и некоторых других образований [32, 35, 39, 54, 55, 58–60]. Есть данные об увеличении частоты смертности от болезней системы кровообращения [33, 54, 58], хотя это показано далеко не во всех работах [39, 53] (и др.).

Однако подобные частности не входят в цели настоящего исследования, которое ограничено самым главным — интегральным показателем благополучия/здоровья, каковым является продолжительность жизни ('life expectancy'; как сказано, обратно пропорциональна SMR

от всех причин — есть ряд формул для пересчёта [25]). По этому показателю для профессиональных водителей, смертность которых в ряде работ прослеживалась от прошлых десятилетий (когда и бензин был этилированным), выявляется скорее *HWE*, хотя и слабый (или даже пренебрежимый по, как указано, эпидемиологическим основаниям). Полагать, что здесь имеет место значительный вклад самоотбора/отбора, нет оснований (не такая профессия); возможно, играют роль своевременные медицинские обследования при регулярном продлении лицензий, особенно класса «А» [31, 54].

Что же касается учащения смертности от раков, то, как было видно, его величина в целом невелика и также труднодоказуема в обсервационных исследованиях. Хотя для ряда типов раков и имеются ощутимые риски. Но здесь возникает, вновь, философский и социальный вопрос относительно того, можно ли выбрать деятельность, которая сопровождается *HWE* с большей продолжительностью жизни, но, при этом, значимо увеличивает частоту некоторых смертельных заболеваний?

Определённой аналогией является ситуация с изучением генетических факторов долголетия. Показано, что мыши с активированным геном апоптоза *p53* практически

не болевают раком, но имеют сокращённую продолжительность жизни из-за атрофии тканей [70]. Мета-анализ публикаций, в которых были изучены когорты людей с мутацией в кодоне 72 гена *TP53* (снижен апоптоз), продемонстрировал, что этой мутации сопутствует повышенный риск рака. Но в когорте престарелых (от 85 лет) с подобной мутацией было обнаружено увеличение продолжительности жизни на 41% (после 85 лет, понятно), несмотря на 2,5-кратное увеличение смертности от рака [71]. Выходит так, что активация гена *p53* защищает от рака, а его блокирование увеличивает долголетие, но все ли согласятся на вероятность продления себе жизни с сопутным увеличением риска рака в разы?

Для водителей, однако, увеличение частоты смертности от рака в разы сравнительно с генеральной популяцией, как было видно, не отмечается.

Ограничения исследования. Приведённые выше результаты систематического обзора и мета-анализа в принципе охватили почти все основные пункты в руководстве *PRISMA* [72] и в соответствующих отечественных методических рекомендациях для мета-анализа (Омельяновский В.В. и др., 2017 [73])¹⁰. Но пока вне рассмотрения остались оценки качества работ, влияния вмешивающихся

Таблица 4 / Table 4

Учёт вмешивающихся факторов и субъективных уклонов в исследованиях, вошедших в выборку
Accounting for confounding factors and biases in the studies included in the sample

Source, cohort, country	Confounding	Bias
Соленова Л.Г. и др., 2000 (Solenova L.G. et al., 2000). <i>Bus and trolleybus drivers. Russia</i> [52]	Конфаундер при раке лёгкого — курение. Маловероятен эффект при сравнении частоты курения с генеральной популяцией. <i>The confounder for lung cancer is smoking. Unlikely effect when comparing smoking rate with the general population.</i>	—
Borgia P. et al., 1994. <i>Taxi drivers. Italy</i> [39]	Конфаундеры при раке лёгкого — курение и место рождения. <i>Lung cancer confounders — smoking and birthplace.</i>	Возможность смещения отбора в связи с исключением индивидов с дефектной документацией. <i>Possibility of selection bias due to the exclusion of individuals with defective documentation.</i>
Rafnsson V., Gunnarsdottir H., 1991. <i>Truck drivers, taxi drivers. Iceland</i> [55]	Конфаундер при раке лёгкого — курение. <i>Lung cancer confounder — smoking.</i>	Возможность смещения для SMR по раку лёгкого вследствие использования только свидетельств о смерти. <i>Possibility of bias for lung cancer SMR due to use of death certificates only.</i>
Paradis G. et al., 1989. <i>Bus drivers. Canada</i> [38]	Конфаундеры при раке лёгкого и др. — курение, алкоголь, диета, превышающие по эффекту действие выхлопных выбросов. <i>Confounders in lung cancer, etc. — smoking, alcohol, diet, exceeding the effect of exhaust emissions.</i>	—
Hansen E.S., 1993. <i>Truck drivers. Denmark</i> [56]	Конфаундеры при раке лёгкого — курение и включение водителей с малым стажем. Маловероятен эффект при сравнении частоты курения с генеральной популяцией. <i>Confounders in lung cancer — smoking and the inclusion of drivers with small experience. Unlikely effect when comparing smoking rate with the general population.</i>	Для устранения возможных смещений контрольная группы выбиралась с наиболее близкими характеристиками к водителям (возраст, период занятости). <i>To eliminate possible biases, the control group was selected with the closest characteristics to the drivers (age, period of employment).</i>
Guberan E. et al., 1992. <i>Professional drivers. Switzerland</i> [58]	Отмечается отсутствие контроля конфаундеров курения, диеты и алкоголя. <i>There is a lack of control of smoking, diet and alcohol confounders.</i>	Отсутствие уклона выживаемости в одной из временных групп позволило объединить ее с другой. <i>The absence of a survival bias in one of the time groups made it possible to combine it with another.</i>

факторов и субъективных уклонов (примерные пункты 12, 15, 19 PRISMA [72] и пункт 3 отечественного руководства [73]).

Применительно к различным аспектам качества исследований можно выделить следующие моменты:

- Все работы имели дизайн когортных, то есть достаточного качества для обсервационных исследований [17].
- Из **таблицы 1** следует, что практически все работы, как уже отмечалось, характеризовались достаточными размерами выборок (тысячи и даже более индивидуумов). Используемые в исландском исследовании [55] выборки в 868 и 879 индивидуумов для двух групп водителей также могут быть удовлетворительны по *sample size*. К примеру, для когорты в 536 работников коксового производства Франции величины SMR по общей смертности и смертности от всех раков, равные 1,41 и 1,33 соответственно, характеризовались статистической значимостью ($p < 0,001$ и $p < 0,05$) [74]. Сходным образом, для ветеранов химических войск США размера группы в 894 человека оказалось достаточным для статистически значимого SMR=0,79 по общей смертности [75]. Имеются и другие подобные примеры [76].
- Длина периода прослеживания смертности (*follow-up*), которая может влиять на оценку SMR [1, 14], варьировала от 2 до 47 лет (**табл. 1**), составив в среднем 28 лет (медиана — 34 года), что представляется удовлетворительным даже для латентного периода развития рака, который, к примеру, Научным комитетом по действию атомной радиации ООН (UNSCEAR) принимается за 8–10 лет (для лейкозов — 2 года) [77]. Ощутимая корреляция между величиной периода прослеживания в работе и размером выявленного в ней SMR отсутствовала ($r=0,107$; $p=0,715$; $r=-0,142$; $p=0,598$ для смертности от всех случаев и от всех злокачественных новообразований соответственно; программа Statistica, version 10).
- Только в 6 исследованиях выборки из доступных в оригиналах 11 работ авторы рассматривали возможное влияние вмешивающихся факторов и/или субъективных уклонов (**табл. 4**). Можно видеть, что практически все они связаны с оценкой смертности от рака лёгкого и не касаются напрямую цели настоящего исследования. На этом основании нет возможности дифференцировать различные включённые работы по качеству эпидемиологического анализа.

Использованные выше аналогии между SMR и RR формально не являются полностью корректными. Это связано с тем, что, вследствие невозможности априорного устранения HWE, при расчётах риска повреждающих факторов для профессиональных групп SMR не используется, а оперируют сравнением с внутренней контрольной группой, характеризующейся минимальным уровнем экспозиции (чтобы устранить разницу в конфаундерах с генеральной популяцией) [1]. Так, для отечественных работников ядерной индустрии (ПО «Маяк») имеются единичные исследования, в которых использовали SMR (порой неправомерно присваивая эту аббревиатуру иным показателям) при многих десятках с RR (ссылки не приводятся). Тем не менее, согласно, к примеру [78], при некоторых условиях RR может аппроксимироваться из величины SMR, и вообще последний показатель рассматривается в контексте риска. Поэтому наши примеры с переносом величин риска с ординальной шкалы для RR на SMR могут быть доступными.

Выводы:

1. По результатам объединяющего анализа (средние значения выборок после удаления выпадающих вариантов) и мета-анализа для объединённой группы профессиональных водителей из 9 стран (дальнобойщики, шофёры нефтяного производства, грузовиков, такси, автобусов и троллейбусов; 14 когорт) по показателю общей смертности продемонстрирован слабый «эффект здорового работника» (SMR=0,92). Выявлены также тенденции к таковому по общей смертности для водителей такси и грузовиков (SMR=0,9–0,93), но для каких-либо выводов выборки слишком малы ($n=4$ и $n=1$ соответственно). Для остальных профессиональных групп водителей названный эффект не обнаружен.

2. В обоих типах указанных синтетических исследований не было выявлено «эффекта здорового работника» по показателю SMR для смертности от всех злокачественных новообразований ни для общей группы водителей (8 стран; 16 когорт), ни для отдельных профессиональных групп. Имелись слабые повышения SMR (на 3–10%), величина которых по эпидемиологическим канонам труднодоказуема, а по шкале рисков R.R. Monson соответствует отсутствию эффекта.

3. Отсутствие значимых рисков как по интегральному показателю благополучия (продолжительности жизни, обратно пропорциональна SMR), так и по смертности от всех типов злокачественных новообразований для профессиональных водителей, делает маловероятным ожидание повышенной смертности населения России из-за всё увеличивающейся массовой автомобилизации.

Примечания:

1. В русскоязычных источниках основных отечественных исследователей феномена [2, 3] используется неудачный калькированный перевод «эффект здорового рабочего», который сразу наводит на мысль об «эффекте здорового крестьянина», тем более что у фермеров он тоже встречается [4]. Google-робот Рунета оперирует именно этим термином, как и Википедия, а также некоторые пособия по эпидемиологии [5]. Более корректным представляется, однако, наименование «эффект здорового работника» из столь авторитетных публикаций, как перевод под редакцией проф. В.В. Власова 'A Dictionary of Epidemiology' J.M. Last [6] и пособие по эпидемиологии указанного автора [7]. Имеются и иные источники, где встречается более правильный термин (например, Бухтияров И.В. и др., 2022 [8]), в том чис-

ле, хотя и редко, для исследований работников ядерной индустрии [9]. Но поиск через Google и Яндекс на две точных конструкции (в двойных кавычках) демонстрирует преобладание некорректного «рабочего» над «работником» (2900 против 165 и 976 против 505 ссылок соответственно).

2. Публикация McMichael A.J. et al., 1974 [11] была недоступна; на наличие в ней термина 'healthy worker effect' указано в работе [12]. Поиск на соответствующую точную конструкцию через PubMed первой по хронологии идентифицирует работу McMichael A.J., 1976 [13], в которой термин имеется уже в названии.

3. Согласно словарю по эпидемиологии J.M. Last [6], SMR — это отношение количества смертей, наблюдаемых в исследу-

емой группе или популяции, к количеству, ожидаемому в случае, если бы частоты в исследуемой популяции были те же, что и в стандартной популяции. Следует добавить — при стандартизации по полу и возрасту.

4. В работе [23] рассматривался философский и социальный парадокс, согласно которому, несмотря на улучшение условий труда, технический прогресс, ужесточение норм радиационной безопасности, а также развитие медицинского обслуживания, с формальной позиции работать в системе ядерной индустрии сравнительно с обычной занятостью становится всё менее выгодно в плане продолжительности жизни (одного из главных интегральных показателей благополучия [24]; обратно пропорционален SMR [25]), поскольку относительная смертность от всех причин всё выше от десятилетия к десятилетию (либо достигается плато). Феномен выявляется сравнительно с такими же людьми данного временного периода, но — вне ядерной индустрии. Это может быть связано с рядом вмешивающихся факторов, например, с улучшением здравоохранения и повышением уровня жизни населения (что уменьшит HWE), со снижением величины HWE в зависимости от длительности занятости работника [1, 12, 15, 21] и др. [1, 15]. Но указанная закономерность реальна, и для СМИ, обывденного, а также обывденно-научного сознания (то есть для непрофильных научных работников), она может представляться имеющей каузальный смысл, поскольку конкретные люди живут в конкретном временном периоде. Действительно, в конце 1940-х — начале 1950-х гг. индекс SMR от всех причин для работников ядерной индустрии Великобритании составлял 0,4–0,5 [21, 23], что для нашего времени сопоставимо только с показателем для космонавтов (SMR=0,4) [26], астронавтов (SMR=0,51) [27] и атлетов (SMR=0,5–0,67) [27, 28], но к 1970-м — 2000-м гг. индекс вырос до порядка 0,8. Сходная закономерность отмечалась и для относительной смертности работников ПО «Маяк» (1970–2010-е гг.) [22], для французских (1970–2000-е гг.) [29] и американских (1950–1970-е гг.) [30] производств ядерной индустрии. Есть и ещё такие примеры.

5. К сожалению, для работы 1978 г. [37] аналогичная с нашей ситуация имела место, по-видимому, и у иных авторов. Это

исследование не раз цитируется [34, 38, 39], но кратко и без необходимых данных.

6. 'SMR for all causes was 69, with upper limit of the confidence interval lower than 100; this was largely due to a significant decrease of cardiovascular mortality' [48].

7. 'If the lower boundary of the 90% confidence interval for the threshold is 0 Sv, we cannot conclude that the threshold is statistically greater than 0 Sv. If the lower boundary is greater than 0 Sv, we conclude that the threshold exists' [50].

8. Поиск по текстовым файлам (программа 'Archivarius 3000' version 4.21) в имеющейся у нас базе данных с экстрагированными величинами SMR ('all causes' и 'all cancer') для всех типов занятости (560 работ) показал наличие подобных величин HWE у военнослужащих, монахов, американских нефтяников, врачей и немногих других профессиональных групп.

9. Риск пассивного курения и по частоте рака лёгкого (учащение в 1,2–1,25 раза [66–68]), и по смертности от болезней системы кровообращения (учащение в 1,2–1,3 раза [66, 67]) был доказан с трудом. В течение десятков лет, путём значительных усилий и на основе множества работ, реализовавшихся в ряде мета-анализов, удалось в конце концов показать данные риски для жён курильщиков, детей в семьях и пр. В [68] указано, что это один из немногих примеров, когда сообществом эпидемиологов столь слабая ассоциация была принята за реальную (хотя абсолютный риск для болезней системы кровообращения и может быть значительным, если относительный риск в 1,2–1,3 реален, поскольку фоновый уровень подобных заболеваний очень высок [66]).

10. Как было видно, мы, как и ранее [64, 65] (и др.) используем написание «мета-анализ» (через дефис; как на английском языке), но никак не распространённое в русскоязычной литературе и в редакциях некоторых журналов неудачное ни по виду, ни по логике правописание «метаанализ» (наводящее на мысль о языке африкаанс). Отметим здесь, что представляющееся более удачным наименование «мета-анализ» используется и в официальном российском методическом руководстве по этому типу исследований [73].

Список литературы (пп. 1, 4, 10–22, 24–43, 45–51, 53–63, 66–72, 74–78 см. References)

- Максимов С.А., Скрипченко А.Е., Артамонова Г.В. Роль эффекта здорового рабочего в эпидемиологии артериальной гипертензии у шахтёров. *Экология человека*. 2015; 22(9): 15–20.
- Трубецков А.Д., Жиров К.С. «Эффект здорового рабочего» в различных областях медицины труда. *Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины*. 2021; 29(2): 254–9. <https://doi.org/10.32687/0869-866X-2021-29-2-254-259>
- Корнышева Е.А., Платонов Д.Ю., Родионов А.А., Шабашов А.Е. *Эпидемиология и статистика как инструменты доказательной медицины*. Издание 2-е. Тверь; 2009.
- Эпидемиологический словарь под редакцией Дж. М. Ласта для Международной эпидемиологической ассоциации. Пер. с англ. под ред. В.В. Власова (отв. ред.) и др. М.: Открытый институт здоровья в рамках проекта «Глобус», 2009.
- Власов В.В. *Эпидемиология: учебное пособие*. 2-е изд. М.: ГЭ-ОТАР-Медиа; 2006.
- Бухтияров И.В., Зибарев Е.В., Бетц К.В. Эпидемиологическое исследование по анализу смертности пилотов воздушных судов гражданской авиации в Российской Федерации. *Авиакосм. и экол. мед.* 2022; 56(4): 83–8. <https://doi.org/10.21687/0233-528X-2022-56-4-83-88>
- Калинкин Д.Е., Карпов А.Б., Максимов Д.Е., Кириакиди Е.Н., Тахауов Р.М. Оценка риска заболеваемости злокачественными новообразованиями лимфоидной ткани у лиц, подвергавшихся долговременному профессиональному облучению. *Сибирский онкологический журнал*. 2020; 19(6): 7–18. <https://doi.org/10.21294/1814-4861-2020-19-6-7-18>
- Котеров А.Н., Ушенкова Л.Н., Калинина М.В., Бирюков А.П. Краткий обзор мировых исследований лучевых и нелучевых эффектов у работников ядерной индустрии. *Медико-биологические проблемы жизнедеятельности (Гомель)*. 2020; (1): 17–31.
- Котеров А.Н., Ушенкова Л.Н., Калинина М.В., Бирюков А.П. Сравнение риска смертности от солидных раков после радиационных инцидентов и профессионального облучения. *Медицина труда и промышленная экология*. 2021; 61(9): 580–7. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-9-580-587>
- Соленова Л.Г., Смулевич В.Б., Дымова Е.Г., Береснева А.Д. Общая и онкологическая заболеваемость водителей общественного транспорта Москвы. *Гигиена и санитария*. 2000(6): 17–20.
- Котеров А.Н., Ушенкова Л.Н., Зубенкова Э.С., Вайнсон А.А., Калинина М.В., Бирюков А.П. Сила связи. Сообщение 1. Градации относительного риска. *Мед. радиология и радиац. безопасность*. 2019; 64(4): 5–17. https://doi.org/10.12737/article_Sd1adb25725023.14868717
- Котеров А.Н. Критерии причинности в медико-биологических дисциплинах: история, сущность и радиационный аспект. Сообщение 3. Часть 1: первые пять критериев Хилла: использование и ограничения. *Радиац. биология. Радиоэкология*. 2021; 61(3): 300–2. <https://doi.org/10.31857/S0869803121030085>
- Омельяновский В.В., Авксентьева М.В., Сура М.В., Хачатрян Г.Р., Федяева В.К. *Методические рекомендации по проведению мета-анализа*. М.: ФГБУ «ЦЭКМП» Минздрава России, 2017.

References

1. Monson R.R. Observations on the healthy worker effect. *J. Occup. Med.* 1986; 28(6): 425–33. <https://doi.org/10.1097/00043764-198606000-00009>
2. Maksimov S.A., Skripchenko A.E., Artamonova G.V. Role of healthy worker effect in Epidemiology of arterial hypertension of miners. *Ekologiya cheloveka.* 2015; 22(9): 15–20 (in Russian).
3. Trubetskoy A.D., Zhyrov K.S. 'The effect of healthy worker' in various areas of occupational medicine: the publications review. *Probl. Sotsialnoi. Gig. Zdravookhran. Istor. Med.* 2021; 29(2): 254–9. <https://doi.org/10.32687/0869-866X-2021-29-2-254-259> (in Russian)
4. Mastrangelo G., Marzia V., Marcer G. Reduced lung cancer mortality in dairy farmers: is endotoxin exposure the key factor? *Am. J. Ind. Med.* 1996; 30(5): 601–9. <https://clck.ru/34Guzs>
5. Kornysheva E.A., Platonov D.Y., Rodionov A.A., Shabashov A.E. *Epidemiology and Statistics as Tools of Evidence-Based Medicine.* 2nd Edition. Tver; 2009 (in Russian.)
6. A Dictionary of Epidemiology. Ed. by J.M. Last. Oxford: Oxford University Press; 2001. (in Russian)
7. Vlasov V.V. *Epidemiology.* 2nd Edition. — Moscow: GEOTAR-Media, 2006 (in Russian).
8. Bukhtiyarov I.V., Zibarev E.V., Betz K.V. An epidemiological study on the analysis of the mortality of civil aviation pilots in the Russian Federation. *Aviakosm. Ekolog. Med.* 2022; 56(4): 83–8. <https://doi.org/10.21687/0233-528X-2022-56-4-83-88> (in Russian)
9. Kalinkin D.E., Karpov A.B., Maksimov D.E., Kiriakidi E.N., Takhaou R.M. Assessment of lymphoid neoplasm risk factors in people occupationally exposed to prolonged ionizing radiation. *Siberian Journal of Oncology.* 2020; 19(6): 7–18. <https://doi.org/10.21294/1814-4861-2020-19-6-7-18> (in Russian).
10. Ogle W. *Letter to the Registrar-General on the mortality in the registration districts of England and Wales during the ten years 1871–80.* Supplement to the 45th Annual Report of the Registrar-General of Births, Deaths, and Marriages, in England. London; 1885.
11. McMichael A.J., Spirtas R., Kupper L.L. An epidemiologic study of mortality within a cohort of rubber workers, 1964–72. *J. Occup. Med.* 1974; 16(7): 458–64.
12. Chen R., Seaton A. The influence of study characteristics on the healthy worker effect: a multiple regression analysis. *Occup. Med. (Lond).* 1996; 46(5): 345–50. <https://doi.org/10.1093/occmed/46.5.345>
13. McMichael A.J. Standardized mortality ratio and the 'healthy worker effect': scratching beneath the surface. *J. Occup. Med.* 1976; 18(3): 165–8. <https://doi.org/10.1097/00043764-197603000-00009>
14. Fox A.J., Collier P.F. Low mortality rates in industrial cohort studies due to selection for work and survival in the industry. *Br. J. Prev. Soc. Med.* 1976; 30(4): 225–30. <https://doi.org/10.1136/jech.30.4.225>
15. Wen C.P., Tsai S.P., Gibson R.L. Anatomy of the healthy worker effect: a critical review. *J. Occup. Med.* 1983; 25(4): 283–9.
16. Sheikh K. A review of the healthy worker effect in occupational epidemiology. *Occup. Med. (Lond).* 2000; 50(2): 146. <https://doi.org/10.1093/occmed/50.2.146>
17. Monson R.R. *Occupational Epidemiology.* 2nd Edition. Florida: Boca Raton, CRC Press Inc., 1990.
18. Greenberg R.S., Mandel J.S., Pastides H., Britton N.L., Rudenko L., Starr T.B. A meta-analysis of cohort studies describing mortality and cancer incidence among chemical workers in the United States and western Europe. *Epidemiology.* 2001; 12(6): 727–40. <https://doi.org/10.1097/00001648-200111000-00023>
19. Alder N., Fenty J., Warren F. et al. Meta-analysis of mortality and cancer incidence among workers in the synthetic rubber-producing industry. *Am. J. Epidemiol.* 2006; 164(5): 405–20. <https://doi.org/10.1093/aje/kwj252>
20. Dell L., Teta M.J. Mortality among workers at a plastics manufacturing and research and development facility: 1946–1988. *Am. J. Ind. Med.* 1995; 28(3): 373–84. <https://doi.org/10.1002/ajim.4700280307>
21. Atkinson W.D., Law D.V., Bromley K.J., Inskip H.M. Mortality of employees of the United Kingdom Atomic Energy Authority, 1946–97. *Occup. Environ. Med.* 2004; 61(7): 577–85. <https://doi.org/10.1136/oem.2003.012443>
22. Deltour I., Tretyakov F., Tsareva Y. et al. Mortality of populations potentially exposed to ionising radiation, 1953–2010, in the closed city of Ozyorsk, Southern Urals: a descriptive study. *Environ. Health.* 2015; 14: Article 91. <https://doi.org/10.1186/s12940-015-0078-8>
23. Koterov A.N., Ushenkova L.N., Kalinina M.V., Biryukov A.P. Brief review of world researches of radiation and non-radiation effects in nuclear industry workers. *Medical and Biological Problems of Life Activity (Gomel).* 2020; (1): 17–31 (in Russian).
24. Lutz W., Striessnig E., Dimitrova A., Ghislandi S., Lijadi A., Reiter C. et al. Years of good life is a well-being indicator designed to serve research on sustainability. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2021; 118(12): Article e1907351118. <https://doi.org/10.1073/pnas.1907351118>
25. Lai D., Guo F., Hardy R.J. Standardized mortality ratio and life expectancy: a comparative study of Chinese mortality. *Int. J. Epidemiol.* 2000; 29(5): 852–5. <https://doi.org/10.1093/ije/29.5.852>
26. Ushakov I.B., Voronkov Y.I., Bukhtiyarov I.V. Tikhonova G.I., Gorchakova T.Yu., Bryleva M.S. A cohort mortality study among Soviet and Russian cosmonauts, 1961–2014. *Aerosp. Med. Hum. Perform.* 2017; 88(12): 1060–5. <https://doi.org/10.3357/AMHP.4701.2017>
27. Reynolds R.J., Day S.M. Mortality of US astronauts: comparisons with professional athletes. *Occup Environ Med.* 2019; 76(2): 114–7. <https://doi.org/10.1136/oemed-2018-105304>
28. Gajewski A.K., Poznanska A. Mortality of top athletes, actors and clergy in Poland: 1924–2000 follow-up study of the long-term effect of physical activity. *Eur. J. Epidemiol.* 2008; 23(5): 335–40. <https://doi.org/10.1007/s10654-008-9237-3>
29. Metz-Flamant C., Rogel A., Caer S., Samson E., Laurier D., Acker A., Tirmarche M. Mortality among workers monitored for radiation exposure at the French nuclear fuel company. *Arch. Environ. Occup. Health.* 2009; 64(4): 242–50. <https://doi.org/10.1080/19338240903348246>
30. Dupree E.A., Cragle D.L., McLain R.W., Crawford-Brown D.J., Teta M.J. Mortality among workers at a uranium processing facility, the Linde Air Products Company Ceramics Plant, 1943–1949. *Scand. J. Work Environ. Health.* 1987; 13(2): 100–7. <https://doi.org/10.5271/sjweh.2074>
31. Birdsey J., Alterman T., Li J., Petersen M.R., Sestito J. Mortality among members of a truck driver trade association. *AAOHN J.* 2010; 58(11): 473–80. <https://doi.org/10.3928/08910162-20101018-01>
32. Merlo D.F., Stagi E., Fontana V., Consonni D., Gozza C., Garrone E. et al. A historical mortality study among bus drivers and bus maintenance workers exposed to urban air pollutants in the city of Genoa, Italy. *Occup. Environ. Med.* 2010; 67(9): 611–9. <https://doi.org/10.1136/oem.2009.050377>
33. Laden F., Hart J.E., Smith T.J., Davis M.E., Garshick E. Cause-specific mortality in the unionized U.S. trucking industry. *Environ. Health Perspect.* 2007; 115(8): 1192–6. <https://doi.org/10.1289/ehp.10027>
34. Mannocci A., Lojodice B., Boccia A., La Torre G. Systematic review of the literature regarding the risk of mortality, cancer and cardiovascular diseases in professional drivers. *Ig. Sanita Pubbl.* 2013; 69(2): 155–70 (in Italian).
35. Lawin H., Fanou L.A., Hinson A.V., Stolbrink M., Hounghbegnon P., Kedote N.M. et al. Health risks associated with occupational exposure to ambient air pollution in commercial drivers: a systematic review. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2018;

- 15(9): 2039. <https://doi.org/10.3390/ijerph15092039>
36. Koh D., Guanaco-Chua S., Ong C.N. A study of the mortality patterns of taxi drivers in Singapore. *Ann. Acad. Med. Singap.* 1988; 17(4): 579–82.
37. Luepker R.V., Smith M.L. Mortality in unionized truck drivers. *J. Occup. Med.* 1978; 20(10): 677–82.
38. Paradis G., Theriault G., Tremblay C. Mortality in a historical cohort of bus drivers. *Int. J. Epidemiol.* 1989; 18(2): 397–402. <https://doi.org/10.1093/ije/18.2.397>
39. Borgia P., Forastiere F., Rapiti E., Rizzelli R., Magliola M.E., Perucci C.A., Axelson O. Mortality among taxi drivers in Rome: a cohort study. *Am. J. Ind. Med.* 1994; 25(4): 507–17. <https://doi.org/10.1002/ajim.4700250405>
40. Boffetta P., Silverman D.T. A meta-analysis of bladder cancer and diesel exhaust exposure. *Epidemiology.* 2001; 12(1): 125–30. <https://doi.org/10.1097/00001648-200101000-00021>
41. Garshick E., Laden F., Hart J.E., Rosner B., Davis M.E., Eisen E.A., Smith T.J. Lung cancer and vehicle exhaust in trucking industry workers. *Environ. Health Perspect.* 2008; 116(10): 1327–32. <https://doi.org/10.1289/ehp.11293>
42. Hart J.E., Garshick E., Smith T.J., Davis M.E., Laden F. Ischaemic heart disease mortality and years of work in trucking industry workers. *Occup. Environ. Med.* 2013; 70: 523–8. <https://doi.org/10.1136/oemed-2011-100017>
43. Jadad A.R., Enkin M.W. *Randomized Controlled Trials. Questions, Answers, and Musings.* 2nd edition. — Malden, Oxford, Carlton: BMJ Books; 2007.
44. Koterov A.N., Ushenkova L.N., Kalinina M.V., Biryukov A.P. Comparison of the risk of mortality from solid cancers after radiation incidents and occupational exposures. *Meditina truda i promyshlennaiia ekologiia.* 2021; 61(9): 580–7. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-9-580-587> (in Russian).
45. Blettner M., Sauerbrei W., Schlehofer B. et al. Traditional reviews, meta-analyses and pooled analyses in epidemiology. *Int. J. Epidemiol.* 1999; 28(1): 1–9. <https://doi.org/10.1093/ije/28.1.1>
46. Gul M., Kotak Y., Muneer T., Ivanova S. Enhancement of albedo for solar energy gain with particular emphasis on overcast skies. *Energies.* 2018; 11: Article 2881. <https://doi.org/10.3390/en1112881>
47. Higgins J.P., Thompson S.G., Deeks J.J., Altman D.G. Measuring inconsistency in meta-analyses. *Brit. Med. J.* 2003; 327(7414): 557–560. <https://doi.org/10.1136/bmj.327.7414.557>
48. Axelson O. Negative and non-positive epidemiological studies. *Int. J. Occup. Med. Environ. Health.* 2004; 17(1): 115–21.
49. Gerosa A., Ietri E., Belli S., Grignoli M., Comba P. High risk of pleural mesothelioma among the state railroad carriage repair workers. *Epidemiol. Prev.* 2000; 24(3): 117–9 (in Italian).
50. Nakashima E., Neriishi K., Minamoto A. A reanalysis of atomic-bomb cataract data, 2000–2002: a threshold analysis. *Health Phys.* 2006; 90(2): 154–60. <https://doi.org/10.1097/01.hp.0000175442.03596.63>
51. Neriishi K., Nakashima E., Minamoto A., Fujiwara S., Akahoshi M., Mishima H.K. et al. Postoperative cataract cases among atomic bomb survivors: radiation dose response and threshold. *Radiat. Res.* 2007; 168(4): 404–8. <https://doi.org/10.1667/RR0928.1>
52. Solenova L.G., Smulevich V.B., Dymova E.G., Beresneva A.D. General and oncologic morbidity in Moscow municipal transport drivers. *Gig. Sanit.* 2000; (6): 17–20 (in Russian).
53. Balarajan R., McDowall M.E. Professional drivers in London: a mortality study. *Br J Ind Med.* 1988; 45(7): 483–6. <https://doi.org/10.1136/oem.45.7.483>
54. Schnatter A.R., Katz A.M., Nicolich M.J., Theriault G. A retrospective mortality study among Canadian petroleum marketing and distribution workers. *Environ. Health Perspect.* 1993; 101(6): 85–99. <https://doi.org/10.1289/ehp.93101s685>
55. Rafnsson V., Gunnarsdottir H. Mortality among professional drivers. *Scand. J. Work Environ. Health.* 1991; 17(5): 312–7. <https://doi.org/10.5271/sjweh.1697>
56. Hansen E.S. A follow-up study on the mortality of truck drivers. *Am. J. Ind. Med.* 1993; 23(5): 811–21. <https://doi.org/10.1002/ajim.4700230514>
57. Hedberg G., Jacobsson K.A., Langendoen S., Nystrom L. Mortality in circulatory diseases, especially ischaemic heart disease, among Swedish professional drivers: a retrospective cohort study. *J. Hum. Ergol. (Tokyo).* 1991; 20(1): 1–5.
58. Guberan E., Usel M., Raymond L., Bolay J., Fioretta G., Puissant J. Increased risk for lung cancer and for cancer of the gastrointestinal tract among Geneva professional drivers. *Br. J. Ind. Med.* 1992; 49(5): 337–44. <https://doi.org/10.1136/oem.49.5.337>
59. Sorahan T., Nichols L., Harrington J.M. Mortality of United Kingdom oil refinery and petroleum distribution workers, 1951–1998. *Occup. Med (Lond).* 2002; 52(6): 333–9. <https://doi.org/10.1093/occmed/52.6.333>
60. Netterstrom B. Cancer incidence among urban bus drivers in Denmark. *Int. Arch. Occup. Environ. Health.* 1988; 61(3): 217–21. <https://doi.org/10.1007/BF00381022>
61. Band P.R., Le N.D., Fang R., Deschamps M., Coldman A.J., Gallagher R.P., Moody J. Cohort study of Air Canada pilots: mortality, cancer incidence, and leukemia risk. *Am. J. Epidemiol.* 1996; 143(2): 137–43. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a008722>
62. Zeeb H., Hammer G.P., Langner I., Schafft T., Bennack S., Blettner M. Cancer mortality among German aircrew: second follow-up. *Radiat. Environ. Biophys.* 2010; 49(2): 187–94. <https://doi.org/10.1007/s00411-009-0248-6>
63. Hill A.B. Medical ethics and controlled trials. *Br. Med. J.* 1963; 1(5337): 1043–9. <https://doi.org/10.1136/bmj.1.5337.1043>
64. Koterov A.N., Ushenkova L.N., Zubenkova E.S., Wainson A.A., Kalinina M.V., Biryukov A.P. Strength of association. Report 1. Graduation of relative risk. *Medit. Radiologiia Radiat. Bezopasnost. (Medical Radiology and Radiation Safety; Moscow).* 2019; 64(4): 5–17. https://doi.org/10.12737/article_5d1adb25725023.14868717 (in Russian).
65. Koterov A.N. Causal criteria in medical and biological disciplines: history, essence and radiation aspect. Report 3, Part 1: first five Hill's criteria: use and limitations. *Radiats. Biol. Radioecol.* 2021; 61(3): 300–2. <https://doi.org/10.31857/S086980321030085> (in Russian).
66. Smoking and Heart Disease and Stroke. CDC. Centers for Disease Control and Prevention. NCHS. National Center for Health Statistics, Classification of Diseases, Functioning, and Disability. World Health Organization (WHO). 2022. <https://www.cdc.gov/tobacco/campaign/tips/diseases/heart-disease-stroke.html> (дата обращения 18.11.2022).
67. Szklo M., Nieto F.J. *Epidemiology. Beyond the Basics.* 4th Edition. Burlington: Jones & Bartlett Learning, 2019. — 577 p.
68. Boffetta P. Causation in the presence of weak associations. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2010; 50(1): 13–6. <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.526842>
69. Jensen O.M., Wahrendorf J., Knudsen J.B., Sorensen B.L. The Copenhagen case-referent study on bladder cancer: risks among drivers, painters and certain other occupations. *Scand. J. Work Environ. Health.* 1987; 13(2): 129–34. <https://doi.org/10.5271/sjweh.2070>
70. Tyner S.D., Venkatachalam S., Choi J. et al. p53 mutant mice that display early ageing-associated phenotypes. *Nature.* 2002; 415(6867): 45–53. <https://doi.org/10.1038/415045a>
71. Van Heemst D., Mooijaart S.P., Beekman M., Schreuder J., de Craen A.J.M., Brandt B.W. et al. (Long Life study group) Variation in the human TP53 gene affects old age survival and cancer mortality. *Exp. Gerontol.* 2005; 40(1–2): 11–5. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2004.10.001>
72. Moher D., Liberati A., Tetzlaff J., Altman D.G. (PRISMA Group). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med.* 2009; 6(7): Article e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>

73. Omelyanovsky V.V., Avxentyeva M.V., Sura M.V., Khachatryan G.R., Fedyaeva V.K. *Guidelines for conducting a meta-analysis*. M.: FSBI 'Center for Healthcare Quality Assessment and Control' of the Ministry of Health of the Russian Federation, 2017 (in Russian).
74. Chau N., Bertrand J.P., Mur J.M., Figueredo A., Patris A., Moulin J.J., Pham Q.T. Mortality in retired coke oven plant workers. *Br. J. Ind. Med.* 1993; 50(2): 127–35. <https://doi.org/10.1136/oem.50.2.127>
75. Dalager N.A., Kang H.K. Mortality among Army Chemical Corps Vietnam veterans. *Am. J. Ind. Med.* 1997; 31(6): 719–26. <https://clck.ru/34GwDx>
76. McLaughlin R., Nielsen L., Waller M. An evaluation of the effect of military service on mortality: quantifying the healthy soldier effect. *Ann. Epidemiol.* 2008; 18(12): 928–36. <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2008.09.002>
77. UNSCEAR 2000. Report to the General Assembly, with Scientific Annex. Annex G. *Biological effects at low radiation doses*. New York, 2000: 73–175.
78. Symons M.J., Taulbee J.D. Practical considerations for approximating relative risk by the standardized mortality ratio. *J. Occup. Med.* 1981; 23(6): 413–6. <https://doi.org/10.1097/00043764-198106000-00013>
-