

А.Н. Котеров<sup>1</sup>, Л.Н. Ушенкова<sup>1</sup>, А.А. Вайнсон<sup>2</sup>, О.А. Тихонова<sup>1</sup>,  
А.С. Кретов<sup>1</sup>, О.В. Паринов<sup>1</sup>, А.О. Лебедев<sup>1</sup>, А.Ю. Бушманов<sup>1</sup>

## РИСК СУИЦИДОВ У РАБОТНИКОВ ЯДЕРНОЙ ИНДУСТРИИ – ОТЛИЧИЯ ДЛЯ МУЖЧИН И ЖЕНЩИН ОБРАТНЫ ПОПУЛЯЦИОННЫМ (СИНТЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ). СООБЩЕНИЕ 1. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ, ПОИСК ИСТОЧНИКОВ И ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫБОРКИ ИССЛЕДОВАНИЙ

<sup>1</sup> Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

<sup>2</sup> Российский онкологический научный центр им. Н.Н. Блохина Минздрава России, Москва

Контактное лицо: Алексей Николаевич Котеров, e-mail: govovilga@inbox.ru

### РЕЗЮМЕ

Частота суицидов рассматривается как показатель социального и профессионального благополучия/неблагополучия, поэтому исследование данного индекса у подведомственного ФМБА России контингента – работников ядерной индустрии ('Nuclear workers', NW), представляется актуальным как в имиджевом плане, так и в плане оптимизации психологического и психофизиологического сопровождения данной категории занятых. Настоящий цикл из двух сообщений (синтетическое исследование) посвящен систематическому обзору с последующими мета-анализом и pooled-анализом применительно к показателям риска суицидов у NW разных стран и гендерным закономерностям данного риска (стандартизованное отношение смертности сравнительно с генеральной популяцией (населением) – Standardized Mortality Ratio, SMR).

В представленном Сообщении 1 приведена, во-первых, методика поиска источников в поддерживаемой библиографической базе данных для NW разных стран, в PubMed, Embase, Google Scholar, eLibrary и в списках литературы обнаруживаемых публикаций. Первичная выборка, сформированная по результатам поиска всех указанных типов, в сумме составила всего 556 источников (многие повторялись), что позволило при последующей селекции все из них проанализировать визуально.

Во-вторых, изложены этапы процессинга полученной выборки для подготовки к мета- и pooled-анализам (отбор работ только с индексами SMR, только последних хронологически публикаций для изученных когорт, устранение выпадающих вариантов в выборках и оценка эпидемиологического качества оставшихся исследований).

Ни одна из найденных четырех отечественных работ (все для ПО «Маяк») не вошла в систематический обзор вследствие отсутствия необходимого индекса риска. Тем не менее, были сделаны некоторые выводы качественного характера, согласно которым при переоблучении NW с ПО «Маяк» (до более 1 Гр и 4 Гр в двух работах) отмечался повышенный риск суицидов; при отсутствии высоких уровней экспозиции невзвешенный показатель риска сравнительно с населением для мужчин повышен не был. Наблюдался также обратный «гендерный парадокс», когда частота фатальных суицидов у женщин NW ПО «Маяк» была выше, чем у мужчин, в то время как для населения почти всех стран еще с XIX в. описан прямой «гендерный парадокс» (кратное преобладание уровня суицидов для мужчин при кратном преобладании попыток к суицидам у женщин).

Для зарубежных NW были сформированы две выборки исследований, соответствующие 15 ядерным инсталляциям (из пяти стран; на 62% – из США) как для мужчин NW, так и для женщин NW (совпадение). Дальнейшие мета-анализы и pooled-анализы значений SMR для суицидов у зарубежных NW, а также сравнение их риска для мужских и женских когорт с целью проверки обратного «гендерного парадокса», будут представлены в Сообщении 2.

**Ключевые слова:** работники ядерной индустрии, фатальные суициды, систематический обзор

**Для цитирования:** Котеров А.Н., Ушенкова Л.Н., Вайнсон А.А., Тихонова О.А., Кретов А.С., Паринов О.В., Лебедев А.О., Бушманов А.Ю. Риск суицидов у работников ядерной индустрии – отличия для мужчин и женщин обратны популяционным (синтетическое исследование). Сообщение 1. Постановка проблемы, поиск источников и характеристика выборки исследований // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2026. Т. 71. № 2. С. 53–65. DOI:10.33266/1024-6177-2026-71-2-53-65

A.N. Koterov<sup>1</sup>, L.N. Ushenkova<sup>1</sup>, A.A. Wainson<sup>2</sup>, O.A. Tikhonova<sup>1</sup>,  
A.S. Kretov<sup>1</sup>, O.V. Parinov<sup>1</sup>, A.O. Lebedev<sup>1</sup>, A.Yu. Bushmanov<sup>1</sup>

## Suicide Risk Among Nuclear Workers: Differences for Male and Female are Inverse to Population-Based Results (Synthetic Study). Report 1. Problem Statement, Search for Sources, and Characteristic of the Sample

<sup>1</sup> A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia

<sup>2</sup> N.N. Blokhin Russian Cancer Research Center, Moscow, Russia

Contact person: Alexey N. Koterov, e-mail: govovilga@inbox.ru

### ABSTRACT

Suicide rate is considered an index of social and professional well-being/ill-being. Therefore, studying this index among nuclear workers (NW), a group subordinate to the Federal Medical-Biological Agency of the Russian Federation, is relevant both for image-building purposes and for optimizing psychological support for this category of workers. This two-report cycle (a synthetic study) presents a systematic review, followed by a meta-analysis and pooled analysis, for suicide risk among NW in different countries and gender patterns of this risk (Standardized Mortality Ratio (SMR) compared to the general population).

This Report 1 presents, first, a search methodology for sources in a supported bibliographic database for NW in different countries, including PubMed, Embase, Google Scholar, eLibrary, and the reference lists of identified publications. The primary sample, generated based on the search results for all the specified types, totaled 556 sources (many duplicates), allowing for visual analysis of all of them during subsequent selection.

Second, the stages of processing the resulting sample in preparation for meta- and pooled analyses are described (selection of studies with only SMR indexes, only the most recent chronological publications for the studied cohorts, elimination of outliers in the samples, and assessment of the epidemiological quality of the remaining studies).

None of the four identified USSR/Russian studies (all for the PO 'Mayak') were included in the systematic review due to the lack of the necessary risk index. Nevertheless, some qualitative conclusions were reached, according to which, with overexposure to NW from the PO 'Mayak' (up to more than 1 and 4 Gy in two studies), an increased risk of suicide was observed; in the absence of high exposure levels, the unweighted risk index was not increased compared to the general population for male. A reverse 'gender paradox' was also observed, with the fatal suicide rate among female NW at the PO 'Mayak' being higher than among males, while a direct 'gender paradox' (a multiple higher suicide rate for males and a multiple higher rate of suicide attempts for females) has been described for the populations of almost all countries since the 19th century.

For foreign NWs, two study samples were created, corresponding to 15 nuclear installations (from five countries; 62% from the USA) for both male NW and female NW (coincidence). Further meta-analyses and pooled analyses of SMR for suicides in foreign NW, as well as a comparison of their risk for male and female cohorts to test for the reverse 'gender paradox', will be presented in Report 2.

**Keywords:** nuclear workers, fatal suicides, systematic review

**For citation:** Koterov AN, Ushenkova LN, Wainson AA, Tikhonova OA, Kretov AS, Parinov OV, Lebedev AO, Bushmanov AY. Suicide Risk Among Nuclear Workers: Differences for Male and Female are Inverse to Population-Based Results (Synthetic Study). Report 1. Problem Statement, Search for Sources, and Characteristic of the Sample. Medical Radiology and Radiation Safety. 2026;71(2):53–65. DOI:10.33266/1024-6177-2026-71-2-53-65

## 1. Введение: обзорная часть и постановка проблемы

На протяжении почти полутора десятилетий нами проводятся аналитические изыскания в области эффектов у работников ядерной индустрии различных стран (Nuclear workers – далее NW), реализуемые в синтетических исследованиях (обзор, систематический обзор, зонтичный обзор, мета-анализ, pooled-анализ, мета-мета-анализ и пр.<sup>1</sup>) с целью формирования на наивысшем

<sup>1</sup> Для синтеза данных из разных исследований ('synthetic study' [1] – «синтетическое исследование» [2], 'synthesis of studies' [3]) служат простой (нарративный, то есть повествовательный) обзор, систематический обзор, мета-анализ (meta-analysis) и pooled-анализ (pooled-analysis; русскоязычный термин отсутствует). От обычного обзора систематический (с мета-анализом или без него) отличается формулировкой точной цели, конкретикой поиска и отбора источников, полнотой собранных исследований на тему и оценкой качества проанализированных работ [4]. Мета-анализ представляет собой суммирование (с учетом особых подходов включения и взвешивания источников по размеру выборок и дисперсии), а затем статистическую обработку-обобщение *конечных* результатов отдельных работ, в то время как pooled-анализ при подобной обработке оперирует совокупностью *первичных* данных из каждой работы. Второй подход считается адекватнее, но является более трудным (требует оригиналов публикаций, в то время как мета-анализ может выполняться по данным только из рефератов) [5, 6]. Вопрос о преимуществах мета- или pooled-анализа, тем не менее, неоднозначен, и ответ зависит от сравнительных величин выборок: если выборки объединяемых исследований чрезвычайно отличаются по величине, то результаты pooled-анализа (простого объединения без взвешивания источников) будут отражать преимущественно наиболее масштабные работы; в таких случаях предпочтительнее мета-анализ [7]. Хотя pooled-анализ, в отличие от мета-анализа, позволяет избежать субъективных уклонов при экстрагировании данных из отдельных работ и учесть редкие эффекты [6], он может давать искаженные результаты вследствие «парадокса Симпсона» ('Simpson paradox'). Феномен заключается в том, что иной раз интегрирование воедино отдельных данных с отсутствием зависимости между двумя показателями случайно формирует такую на выходе (дисбаланс во вмешивающемся факторе на разных уровнях интересующей переменной) [7]. Нами используется также так называемый «объединяющий анализ» ('combined analysis', наш термин применительно к методу [8]), который состоит в обычной оценке средней тенденции (Mean; Median) после удаления из выборки выпадающих величин. Отличается от мета-анализа и pooled-анализа и

уровне доказательности экспертных заключений и рекомендаций для организаций и учреждений ФМБА России, для межведомственных экспертных советов ФМБА России и иных ведомств здравоохранения, имеющих дело с соответствующими контингентами, а также для других заинтересованных лиц и учреждений. Вначале, с 2012 г., исследования проводились попутно, но с 2018 г. и до 2025 г. – по бюджетным темам НИР [12]. Помимо интегральных оценок риска для наиболее важных радиационно-обусловленных патологий, незвученной, но не менее важной целью исследований является формирование корректного в научном плане и положительного имиджа занятости в области ядерной индустрии. А с 2024 г. [13] – и в области шахтной разработки урановых месторождений (шахтеры урановых рудников – далее U miners).

То есть – работы в рамках профессиональной социологии [14].

Ряд выполненных нами синтетических исследований по сравнению риска общей смертности [15, 16], смертности от всех раков [16, 17], от рака легкого [17] и от болезней системы кровообращения [17] для NW, с одной стороны, и пассивного курения во взрослом возрас-

не имеет альтернативы тогда, когда нельзя получить данные о разбросе вариант для конечных показателей каждого включенного исследования (для мета-анализа требуется наличие доверительных интервалов (далее CI) или стандартных ошибок среднего (SE) [5, 6]). Таким образом, можно говорить о трех синтетических подходах (по нарастанию доказательности): combined analysis, meta-analysis и pooled-analysis. В западных источниках термин 'combined analysis' иногда (редко) используется как синоним мета- и pooled-анализа или (часто) в неспецифическом смысле (как некое аморфное объединение какой-то группы данных). Систематический обзор, мета-анализ и pooled-анализ рассматриваются как высший уровень доказательности («второй уровень») [5, 6]. Так, в доказательной медицине мета-анализ именуется «платиновым стандартом» для «золотого стандарта» – то есть для охватываемых им рандомизированных контролируемых испытаний [9]. Однако еще выше («третий уровень») находятся 'umbrella review' («зонтичный обзор» – обзор обзоров или систематических обзоров; overview) [10] и, соответственно, мета-анализ мета-анализов (meta-meta-analysis) [10, 11] (последние, по логике, как бы не имеют оценок в распространенных драгоценных металлах, переходя, так сказать, в область сверхдорогих и редких родия, осмия и т.п.).

те, с другой стороны, продемонстрировал удивительные факты. Почти все названные показатели риска применительно к представляющему интерес для ФМБА России персоналу оказались ниже, чем риски пассивного курения у обычного населения [15–17]. Даже для U miners риск общей смертности был ниже, чем для пассивного курения [15, 16], а риск смертности от всех раков – равновелик [16]. Между тем, использованные индексы риска смертности (Standardized Mortality Ratio сравнительно с генеральной популяцией – SMR [18]) для общей смертности являются, согласно ВОЗ, показателем благополучия, поскольку продолжительность жизни – Life expectancy – обратно пропорциональна этому индексу и имеет формульные аппроксимации [18].

Наш мета-анализ по SMR для общей смертности и смертности от всех раков продемонстрировал для NW столь высокий «Эффект здорового работника», что он мог быть сравним только с выявленным для врачей, атлетов и пилотов, будучи выше, чем для военнослужащих [15, 16, 19]. Сходные данные о высоком «Эффекте здорового работника» для NW были получены в мета-анализах и другими авторами (ссылку см. в [16]; есть и иные работы).

Для дальнейшего достижения указанной имиджевой цели представлялась актуальной оценка у NW такого показателя социального [20–22] и профессионального [22–33] благополучия/неблагополучия, как частота суицидов.

Для различных профессий вопрос о частоте суицидов давно приобрел значительную важность и является предметом углубленных исследований (представленная здесь подборка источников [22–33], далеко не полная, охватывает период в 45 лет; первая публикация на тему, выявленная через PubMed, – от 1963 г.; через Google Scholar – не позднее 1916 г.). Названный показатель, при устранении эффектов непродуцированных факторов, отражает стресс, связанный с работой [22, 25, 29, 30, 32, 33], причинами которого могут являться, иной раз в комплексе [25], следующие факторы:

- Неблагоприятные условия труда [28, 30, 31].
- Профессиональные перегрузки [28].
- Недостаточный уровень социально-экономического статуса занятости [31], включая превалирование неквалифицированного ручного труда [27].
- Рассогласование профессионального и образовательного статусов [21].
- Слабая поддержка со стороны руководителей и коллег [30].
- Несоответствие уровня контроля величине требований на производстве [30, 33]. Так, в шведском исследовании [33] продемонстрирована следующая цепочка зависимости величины риска (HR<sup>2</sup>) суицидального поведения на производстве, от наименьшего к наибольшему: высокие требования + высокий контроль, высокие требования + низкий контроль, низкие требования + высокий контроль, низкие требования + низкий контроль.
- Более легкий доступ к способам суицидов (фармацевтические препараты или огнестрельное оружие; например, для врачей, фармацевтов, ветеринаров, фермеров и пр.) [27].

Перечисленное и формирует благоприятный/неблагоприятный имидж занятости для той или иной профессии, а частота суицидов служит неким интегральным индикатором [28, 29]. NW и U miner не являются здесь исключениями, учитывая в том числе сложность,

<sup>2</sup> HR – Hazard Ratio; отношение рисков; суть близка к относительному риску (Relative Risk; RR) [34].

ответственность и, с общих позиций, определенную опасность, характерные для этих видов деятельности [35–37].

Для частоты суицидов имеются значительные вариации в зависимости не только от временного периода или эпохи [21, 38], но и от возраста [20, 38] и от пола [20, 24, 25, 30–32, 38–42]. Следует также иметь в виду, что парасуицидальное поведение, то есть не приводящее к смерти (включая соответствующие попытки), может встречаться в 20–40 раз чаще, чем фатальные суициды [26]. И здесь мы сталкиваемся с так называемым «гендерным парадоксом»: при преобладании женщин в нефатальном суицидальном поведении имеется значительное преобладание мужчин в завершенных суицидах [20, 24, 38, 40, 41, 42]. Феномен был обнаружен еще в XIX в. (см. в [20]) и выявлен для всех стран, кроме Китая [20, 39], где частота суицидов у мужчин не выше [39] (помимо прочего, у женщин и у мужчин обнаруживаются разные факторы риска для суицидов [32, 42]). Согласно исследованию [38] от 2012 г., кратная разница в частоте суицидов между мужчинами и женщинами составляла следующие значения: 4 – в Европе, 3,6 – в США, 1,3 – в Западной Океании и 1,1 в Восточном Средиземноморье. В Турции соответствующее отношение было равно 2,5 [40].

Однако для гендерного различия в частоте суицидов на производстве столь резкие отличия не имели места: по данным мета-анализа [30] показатели для мужчин и женщин в целом оказались равны. Равновеликие значения были зарегистрированы для работников общественных служб, менеджеров и офисного персонала, для разнорабочих и техник, а для некоторых профессий «гендерный парадокс» имел обратный характер (военные, полицейские, продавцы, технические специалисты и др.). Неоднозначная зависимость в плане гендерных различий по частоте суицидов для различных профессий отмечалась и в швейцарском исследовании [31].

Среди всех профессий, судя по всему, наиболее резко «гендерный парадокс», но – в *обратном* плане, наблюдается у врачей, о чем свидетельствует великое множество отдельных исследований (по крайней мере с 1960 г.), интегрированных в четырех мета-анализах от 2004–2024 гг. Рассчитанное нами среднее значение для отношения частоты суицидов женщины/мужчины из этих мета-анализов для врачей составило 1,76 (95% CI: 1,30; 2,21)<sup>3</sup>. Такой разницы не отмечалось ни для каких иных профессий из вошедших в упомянутый мета-анализ для множества типов занятости [30].

Среди NW разных стран и инсталляций имеется значительное число работников-женщин [44] (и мн. др. источники). Более того, в некоторых странах женщины работают (или работали) даже как U miners (США, шахты Grants, New Mexico, вклад в общую когорту 2,8% [45]; Канада, шахты в Ontario – 1,4% [46]; Германия, шахты 'Wismut' – «очень малое число женщин работали под землей» [47]; значит, таковые все же были).

Целью представленного исследования является систематический обзор, реализованный в параллельных мета-анализе и pooled-анализе, посвященный риску фатальных суицидов (по SMR) у NW разных стран и гендерным различиям для указанного показателя.

<sup>3</sup> Указанные мета-анализы в ряде случаев включали одни и те же отдельные исследования – странным образом, несмотря на то, что мета-анализ и систематический обзор обязаны охватить все доступные работы [43], пересечения в четырех мета-анализах оказались совершенно неполными. Данные о суицидах у врачей будут подробно рассмотрены в Сообщении 2 настоящего цикла со всеми необходимыми ссылками.

В связи с большим объемом материала, что обычно при синтетических исследованиях, публикация разделена на два сообщения. Первое посвящено общим вопросам, обзорной части, методологии поиска источников, характеристике полученной выборки и процессингу материала для запланированных во втором сообщении мета-анализа и pooled-анализа.

Аналогичные исследования для U miners сравнительно с шахтерами угольных шахт, намечено выполнить отдельно.

Несмотря на большое число работ по оценке медико-биологических и иных эффектов у NW [12] и U miners [13], причем для ряда производств имеются параллельные данные по эффектам (включая частоту суицидов) и у мужчин, и у женщин (см. ниже), ничего подобного до настоящего времени выполнено не было. Опубликован локальный pooled-анализ для частоты суицидов у женщин – NW ряда инсталляций США (не всех возможных) [44] (см. ниже), но сравнение с показателями для мужчин концептуально нигде не проводилось. Имеется также обширное исследование риска суицидов у NW Paducah gaseous diffusion plant США (процессинг U) в зависимости от воздействия ряда токсичных металлов (включая U; подробнее также ниже) [48]. Эта публикация от 2011 г., единственное исследование, *полностью* посвященное суицидам у NW, несмотря на индексируемое издание<sup>4</sup> и серьезные результаты, выглядит несколько странно (рис. 1).

www.theijoem.com Int J Occup Environ Med. 2011 Oct;2(4):199–214.



Original Article



## Increased Suicide Risk among Workers following Toxic Metal Exposure at the Paducah Gaseous Diffusion Plant From 1952 to 2003: A Cohort Study

LW Figs<sup>1,2</sup>, H Holsinger<sup>2</sup>, SJ Freitas<sup>2</sup>, GM Brion<sup>2</sup>, RW Hornung<sup>4</sup>, CH Rice<sup>2</sup>, D Tollerud<sup>5</sup>

Рис. 1. Первая страница публикации [48], единственного исследования, полностью посвященного частоте суицидов у NW. Достоверность отображенного проверена по версиям из разных источников, включая портал при правительстве США ‘Centers for Disease Control and Prevention’ (CDC; ссылку см. здесь в [48])

Fig. 1. The first page of the publication [48], the only study entirely devoted to suicide rates in NW. The accuracy of the information displayed has been verified against versions from various sources, including the US Government portal ‘Centers for Disease Control and Prevention’ (CDC; see reference here in [48])

### 2. Специфичность исследуемого эффекта и поиск источников

Как неоднократно указывалось нами ранее [12, 16, 17] (в свое время было проведено этимологическое исследование; ссылку см. в [12, 16, 17]), термины “nuclear workers” и “nuclear industry workers” (конструкции в двойных кавычках поисковые системы рассматривают как единое целое) полностью и специфично охватывают почти все исследования NW, в том числе и основные российские, имеющие abstract (дополнительными терминами являются “thorium workers” и “uranium workers”, но число соответствующих работ несопоставимо). Таким образом, охват объектов при поиске на указанные термины является адекватным.

<sup>4</sup> Q4 в 2011 г., то есть в год выхода статьи [48]; Q2 в 2023 г.

В представленном исследовании изучалась частота фатальных суицидов; вопрос о суицидальном поведении NW, судя по рассмотренной далее нашей базе данных для NW [12], а также по поиску в PubMed и в Google Scholar, никем не исследовался и здесь не анализируется<sup>5</sup>.

В качестве показателя риска, для которого формировалась выборка для мета- и pooled-анализов, использовали только индексы SMR. Результаты поиска, изложенные ниже, показали, что другие индексы риска для суицидов у NW – SRR<sup>6</sup>, RR и HR, встречались в единичных случаях, и эти данные представлены далее только для общей картины.

Поиск работ для систематического обзора и последующих мета- и pooled-анализов в основном проводили через упомянутую, поддерживаемую двумя первыми авторами представленной работы и зарегистрированную в Роспатенте библиографическую базу данных по эффектам и показателям у NW, которая является репрезентативной и полной применительно ко всем мировым соответствующим эпидемиологическим исследованиям [12]. По количеству источников и представленности оригиналами публикаций база данных не имеет мировых аналогов на тему среди практически всех основных поисковых систем и библиографических баз (тестируемые PubMed, Embase, Web of Science, Cochrane Review, INIS от МАГАТЭ и др., включая российскую eLibrary) [12]. На середину января 2026 г. база данных включала соответственно 2339 (на 91% полные оригиналы) и 2960 (на 86% оригиналы) источников для отечественных и зарубежных NW, то есть в сумме 5299 статей и документов (суммарно на 88% с полными оригиналами).

С помощью программы Archivarius-3000 осуществляли полнотекстовый поиск на термин ‘suicide’ в двух составляющих базы – в суббазах для зарубежных и отечественных NW (найдено 115 + 15 источников). Отдельно в суббазе для отечественных NW был выполнен поиск на термины «суицид» и «самоубийство» (17 + 21 упоминание; программа учитывает слова в разных падежах).

В виде дополнения, осуществляли поиск в считающейся одной из самых авторитетных научных систем Embase [43] (ScienceDirect – Journals&Books – модуль ‘Find articles with these terms’):

[“nuclear workers”] AND [suicide] – 23 ссылки;

[“nuclear industry workers”] AND [suicide] – 7 ссылок<sup>7</sup>.

Наконец, проводили поиск в наиболее представительной по широте системе Google Scholar (миниобзор про возможности и ограничения этой системы см. в [12]). На следующие, наиболее точные применительно к теме систематического обзора конструкции, было опять найдено относительно немного ссылок<sup>8</sup>:

<sup>5</sup> В базе полнотекстовой поиск (программа Archivarius-3000; ver. 4.21; ‘Likasoft’) осуществляли на термин ‘suicidal’, а в поисковых системах – на [suicidal&“nuclear workers” OR “nuclear industry workers”]. Через PubMed обнаружена единственная публикация [48], а через Google Scholar – 92 и 34 ссылки соответственно (15.12.2025). Все они не имели отношения к суицидальному поведению у NW; наиболее близкими были единичные исследования ликвидаторов аварий на Чернобыльской АЭС и АЭС «Фукусима-1».

<sup>6</sup> SRR (‘Standardized Rate Ratio’) – отношение стандартизованной по возрасту (взвешенной) частоты смертности для работников к соответствующему показателю для населения или другой группы. Близко к индексу SMR [49].

<sup>7</sup> В PubMed на указанные сочетания нашлась только одна работа [48].

<sup>8</sup> Следует отметить, что Google Scholar индексирует источник даже при единственном упоминании в нем искомого термина или сочетания просто в тексте; речь о темах публи-

Таблица 1

Выборка источников с информацией об уровне суицидов у отечественных NW  
 Sample of sources with information on the suicide rate in USSR/Russian NW

Source	Manufacture, cohort/study characteristics	Employed / занятость; follow-up	Dose range	Risk for suicides ( $\pm 95\%$ CI)
Дошенко В.Н. Бюлл. радиац. медицины. 1978; репринт: Бюлл. радиац. медицины. 2016;1:799–804. Doshchenko V.N. Bulletin of Radiation Medicine. 1978; reprint: Bulletin of Radiation Medicine. 2016;1:799–804. (In Russ.)	PA 'Mayak' (Pu; external irradiation)	No data	133–1049 P; Pu: from 0,21 to 7,55 mcCi	У работников с переоблучением и с хронической лучевой болезнью в структуре причин смертности суициды составляют 5,1–6,5%. Согласно [50], в СССР и России соответствующий вклад суицидов был равен 2–3%, то есть 'Crude Ratio'* составило 1,7–3,3. Among workers with overexposure and chronic radiation syndrome, suicide accounts for 5.1–6.5% of the causes of death. According to [50], in the USSR and Russia the corresponding contribution of suicides was equal to 2–3%, that is, the 'Crude Ratio'* was 1.7–3.3
Komleva NS, et al. Sci Total Environ. 1994;142(1–2):33–5. DOI: 10.1016/0048-9697(94)90071-X	PA 'Mayak' (Pu; radiochemical plant); n = 9373 (only males)	Employed 1948–1972; follow-up to 1991	From 0 to >1 Sv	For males: 'Crude Ratio'* = 0,94 (0,86; 1,02); p = 0,142; for female: 'Crude Ratio'* = 1,41 (1,21; 1,61); p < 0,001 (our calculation according to data for suicide rates on p. 34 paper)
Сумина МВ, Азизова ТВ. Вопросы радиационной безопасности. 2002(2):51–58. Sumina MV, Azizova TV. Problems of Radiation Safety. 2002(2):51–58. (In Russ.)	PA 'Mayak'; n = 1933 (71 % males)	Hire (наем) 1948–1953	From 0,7 to >4 Gy	«...у мужчин почти такой же удельный вес, как черепно-мозговые травмы и отравления, имели самоубийства (суициды)». "...in men, suicides occurred in almost the same proportion as traumatic brain injuries and poisonings"
Тельнов ВИ и др. Вопросы радиационной безопасности. 2014(3):46–60. Telnov VI, et al. Problems of Radiation Safety. 2014(3):46–60. (In Russ.)	PA 'Mayak'; n = 13.724 (72% males)	Hire (наем) 1948–1958	Median: $\gamma$ -ray: 0,46 Gy; Pu: 18,1 kBq	Снижение уровня показателя самоубийств сравнительно с населением по потерянным годам продолжительности жизни. Reduction in the suicide rate relative to the population in terms of years of life lost.

**Примечание:** \*Crude Ratio – здесь простое отношение вклада суицидов в общую смертность для NW сравнительно с населением. Без взвешивания и учета половозрастных различий

["nuclear workers" OR "nuclear industry workers" AND [suicide] AND [SMR OR "Standardized Mortality Ratio"] – 114, 79, 57, 46.

["thorium workers"] AND [suicide] AND [SMR OR "Standardized Mortality Ratio"] – 4, 5.

["uranium workers"] AND [suicide] AND [SMR OR "Standardized Mortality Ratio"] – 38, 24.

Видно, что во всех случаях число ссылок или источников относительно невелико (в сумме для всех типов поиска всего 556 позиций; множество повторялись), что позволило все из них проанализировать визуально. Кроме того, как и в наших предыдущих синтетических исследованиях [15–17], проводился тотальный скрининг списков литературы в выявленных публикациях.

Через eLibrary (поиск на: [суициды] + [ядерная индустрия OR атомная промышленность]; [суициды] + [радиация]; [suicide] + ["radiation workers" OR "nuclear workers"]) для NW не удалось выявить ничего нового.

### 3. Категории обнаруженных источников и размеры выборок

В основном массиве как зарубежных, так и отечественных исследований NW, причины смерти 'suicides' («суициды» или «самоубийства») отдельно не выделялись, входя в класс 'External causes' («Внешние причины»). Часто не были указаны составляющие этого класса (то есть суициды, отравления, убийства и пр.) и, поэтому, термин 'suicide' программой для полнотекстового поиска в подобных работах базы данных не обнаруживался. В ряде случаев, однако, дифференциация имела место, и для внешних причин приводился их состав: «Несчастные случаи (в том числе убийства и самоубийства)»; 'accidents, suicides, and violence', 'accidents, suicides and other external causes' и др. Всего было об-

наружено 10 подобных исследований зарубежных NW и одно – отечественных (ссылки не представлены). Вследствие отсутствия данных по частоте именно суицидов, использовать такие работы для систематического обзора не представлялось возможным.

каций и ключевых словах не идет; многие из найденных источников оказываются статьями в СМИ и т.п. В результате Google Scholar, теоретически, является наиболее обширной поисковой системой, охватывающей собой все другие системы (см. в [12]).

В большинстве изученных общих когорт зарубежных NW имелось либо тотальное преобладание мужчин, либо представленность только мужчинами – от 80 до 100%, причем вклад когорт с 90–100% мужчин для первичной, исходной выборки составил 65% (соответствующие данные приведены далее). Однако было обнаружено также значительное число работ по частоте суицидов только у женщин NW.

### 4. Первичная оценка исследований из сформированных выборок и процессинг данных для мета- и pooled-анализов

Хотя четыре отечественных исследования NW (все для ПО «Маяк») и предоставили некие данные по тем или иным аспектам уровня суицидов, ни одно из них не оказалось пригодным по индексу риска для включения в мета- и pooled-анализы. Соответствующая выборка представлена в табл. 1.

Данные в табл. 1 могут быть названы преимущественно качественными, но и из них следуют определенные тенденции. Видно, что для NW с высокими накопленными дозами радиации (до более чем 9 Гр; раз-

умеется хронически) частота суицидов намного больше, чем у населения (Дощенко В.Н., 1978; здесь и далее в абзаце ссылки см. в табл. 1). Повышенная частота суицидов отмечалась и для NW с несколько меньшими, но все равно в целом высокими (до >4 Гр) экспозициями (Сумина М.В., Азизова Т.В., 2002). Однако для относительно небольших доз в работе Komleva N.S. et al, 1994 (от нуля до > 1 Зв, то есть в диапазоне несколько выше границы средних доз редкоизионизирующего излучения [51]), уровень суицидов превысил популяционный только у женщин NW (см. в табл. 1). Таким образом, рассмотренный выше «гендерный парадокс» для суицидов воспроизвелся и для NW ПО «Маяк», но, как и для врачей, в обратном виде. И, хотя для указанного исследования не имеется точного расчета SMR, а только прикидка отношения невзвешенных частот, все же можно видеть, что показатель суицида у женщин превышает таковой для мужчин в 1,5 раза, и это немногим меньше, чем оцененное выше соотношение для врачей (1,76). А еще – что при отсутствии переоблучения мужской контингент ПО «Маяк» не имеет повышенного уровня суицидов сравнительно с населением, то есть, можно сказать, не характеризуется неблагоприятием в плане стресса (см. в табл. 1 работу Komleva N.S. et al, 1994)<sup>9</sup>.

Это все, что можно было извлечь на тему из огромного массива эпидемиологических работ для NW ПО «Маяк» и других отечественных ядерных инсталляций. Данные носят скорее качественный, но не количественный характер.

Выборки исследований частоты суицидов у зарубежных NW представлены в табл. 2 и 3 (согласно международному руководству для проведения систематического обзора и мета-анализа PRISMA [53] – ‘Study characteristic’ и ‘Risk of bias in individual studies’).

Табл. 2 охватывает как бы общие когорты, которые, как сказано, на 80–100% представлены мужчинами, причем нацело состоящих из мужчин когорт оказалось более 40%. Поэтому данные в табл. 2 можно отнести к мужскому контингенту NW. В табл. 3, напротив, приведены исключительно когорты женщин NW (из табл. 2 и 3 видно, что в некоторых работах параллельно изучались показатели и для мужчин, и для женщин NW одной и той же инсталляции). В исследовании под эгидой National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), USA, был выполнен pooled-анализ в том числе по рискам суицидов для женщин NW 12 инсталляций США (для одного предприятия, впрочем, их число составило ноль) [55]. Поскольку это не исчерпывает все женские когорты NW даже США, то результат указанного pooled-анализа, уже достаточно давнего (2000 г.; см. в табл. 3), нами при расчетах не учитывался. Для выполненных здесь мета- и pooled-анализов использовали данные по каждому из представленных в [55] предприятий ядерной индустрии США (см. в табл. 3).

Выборки в табл. 2 и 3 включают буквально все исследования NW по частоте суицидов, независимо от наличия в них числовых оценок риска, типов оцененных рисков (SMR, SRR, RR или HR) и хроно-повторов исследований одних и тех же когорт. Согласно руководству PRISMA, эта выборка может быть названа ‘Studies included in qualitative synthesis’ [53], то есть для первичного синтеза в качественном плане.

<sup>9</sup> Для японской когорты пострадавших от атомных бомбардировок (LSS) уровень суицидов за период 1950–2009 гг. в целом не был существенно повышен, хотя и отмечалась определенная гетерогенность риска для различных подгрупп по возрасту на момент воздействия, а также, вновь, преобладание частоты суицидов для женщин [52].

Отбор работ для последующих мета- и pooled-анализов («процессинг выборок», то есть формирование ‘Studies included in quantitative (количественный) synthesis (meta-analysis)’ [53]) заключался, во-первых, в селекции по типу риска (как уже указывалось, учитывались только SMR), во-вторых, в использовании для анализа только хронологически последних публикаций по одной и той же когорте (либо отбор самых поздних по охватываемому периоду занятости или follow-up работ) и, в-третьих, в первичном устранении выпадающих значений вариант в сформированных выборках. Три этапа процессинга выполнялись именно в такой последовательности. Для оценки выпадающих вариант использовали критерий Шовене (Chauvenet’s criterion [56]; анализируемые группы в некоторых версиях методики могут достигать 50–1000 вариант [57])<sup>10</sup>. Параллельно проводился ‘Sensitivity analysis’ («Анализ чувствительности» в мета-анализе) [53] с использованием программы WinPepi<sup>11</sup>.

Выборка SMR после процессинга работ на этапе 2 (то есть оставление только последних исследований для той или иной группы) обозначена в табл. 2 и 3 полужирным и подчеркнутым шрифтом. Для когорты женщин NW из Los Alamos National Laboratory, США, взяты данные из публикации Voice J.D., Jr et al., 2022a (ссылку см. в табл. 3), но не из более раннего pooled-анализа Wilkinson G.S., et al., 2000 [55].

Процессинг на этапе 3 (то есть удаление выпадающих величин из выборок этапа 2) продемонстрировал, что для женщин NW ни одна варианта не выпадала (что подтвердил и «Анализ чувствительности»), а для мужчин NW последовательно выпали величины с SMR, равными 2,25; 2,1 и 1,89 (см. в табл. 2). Суммарный вес числа суицидов в этих исследованиях (‘Observed’) составил всего 5% относительно всей выборки. Проведенный «Анализ чувствительности» также продемонстрировал, что именно эти три исследования вносят максимальный вклад в гетерогенность выборки<sup>12</sup>.

Первое и третье выпавшие значения соответствовали работе, опубликованной в сборнике конференций, посвященной в основном U miners и другим шахтерам. Взятые из этой статьи риски относились к группе NW, задействованных в разработке урана, но, согласно авторам, – «на поверхности». Воздействие U, однако, способно учащать суициды. Так, концентрация U в моче NW оказалась ассоциирована с риском этих инцидентов [48]. Есть и другие данные об учащении суицидов, например, для U miners [45, 60].

Вторая выпавшая величина относилась к уже рассмотренной работе [48] (рис. 1) с весьма ощутимыми эффектами, помимо облучения, токсичных тяжелых металлов (см. в табл. 2), воздействие которых также способно учащать суициды [48] (можно вспомнить «Безумного шляпника» из «Алисы в стране чудес»: производство цилиндров в то время требовало обработки сукна солью ртути [61]).

Наконец, была сделана попытка оценить качество включаемых в анализ исследований. Это – один из важных моментов при подготовке систематического обзора и мета-анализа, как согласно PRISMA [43, 53], так и соответствующему отечественному руководству [62].

<sup>10</sup> Использование критерия Шовене при удалении выпадающих величин из выборок для мета-анализа применялось, помимо нас [15–17], и иными авторами [58, 59]. Дополнительный к данному статистическому эпидемиологический анализ выпадающих работ описан в Сообщении 2.

<sup>11</sup> Подробно изложено в Сообщении 2.

<sup>12</sup> Подробнее указанные данные представлены в Сообщении 2.

Таблица 2

## Выборка источников по определению риска суицидов у зарубежных NW (мужские и преимущественно мужские когорты)

## Sample of sources for determining the risk of suicide in foreign NW (male and predominantly male cohorts)

Source	Country, manufacture, cohort/study characteristics	Employed / занятость; follow-up	Dose range	Biases, confounders (adjusted / корректировка)	Risk ( $\pm 95\%$ CI)
Godbold JH, et al. J Occup Med 1979;21:799–806. (we have no PDF version; cited on Figgs LW, et al., 2011 [48])	USA; Oak Ridge National Laboratory (ORNL; nuclear plants; Ni exposure); $n = 814$	Follow-up period of 19 years	No data	No data	Suicide excess was not reported
Polednak AP. Arch Environ Health. 1981;36:235–42.	USA; Oak Ridge National Laboratory (ORNL; nuclear plants; U, Ag, Pb, Ni, Cr, Te exposure); $n = 1059$ (only white male welders – сварщики)	Employed 1943–1973; follow-up to 1974	No data	No data	SMR = 1,67 (0,79; 3,02)
Checkoway H, et al. Br J Ind Med. 1985;42(8):525–33. DOI: 10.1136/oem.42.8.525	USA; Oak Ridge National Laboratory (ORNL; nuclear plants; U enrichment for nuclear weapon); $n = 8375$ (all white males)	Employed 1943–1972; follow-up to 1977	Median dose 0,16 rem** (>10 rem** – only 3,5% NW)	No data	SMR = 0,97 (0,62; 1,45)*; $p = 0,876^*$
Checkoway H, et al. Am J Epidemiol. 1988;127(2):255–66. DOI: 10.1093/oxford-journals.aje.a114801	USA; Oak Ridge National Laboratory (ORNL; nuclear plants; U enrichment for nuclear weapon); $n = 6781$ (only white males)	Employed 1947–1979; follow-up 1974–1979	Mean dose 0,96 rem**	Adjusted for age, calendar year, and duration of follow-up; no data about smoking	SMR = 0,89 (0,60; 1,28); $p = 0,542^*$
Frome EL, et al. Radiat Res. 1990. 123(2):138–52. DOI: 10.2307/3577538	USA; Oak Ridge National Laboratory (ORNL; nuclear plants; U enrichment for nuclear weapon); $n = 28.008$ (only white males)	Employed 1941–1947 (World War II); follow-up 1950–1979	Binary gradation of radiation exposure: ‘Yes’ or ‘No’ expectation	Selection bias; no healthy worker effect	SMR = 1,12 (0,97; 1,27)*; $p = 0,117^*$ ; significant trend with a 2,45% increase per year
Frome EL, et al. Radiat Res. 1997;148(1):64–80. DOI: 10.2307/3579540	USA; Oak Ridge National Laboratory (ORNL; nuclear plants; U enrichment for nuclear weapon); $n = 28.347$ (only white males)	Employed 1943–1984; follow-up to 1985	5–640 mSv	Adjusted for socioeconomic status; upward bias in dose-response coefficients; no data about smoking	<b>SMR = 0,94 (0,79; 1,11)*</b> ; $p = 0,484^*$ ; no dose-effect
Dupree EA, et al. Scand J Work Environ Health 1987;13(2):100–7. DOI: 10.5271/sjweh.2074	USA; U processing plant (Buffalo, New York); $n = 1551$ (80% males; 93% white)	Employed 1943–1949; follow-up to 1970	Internal lung dose: >100 mSv/year – 38% of group	Adjusting on five-year age and calendar-time intervals	<b>SMR = 0,79 (0,29; 1,72)</b> ; $p = 0,595^*$
Yiin JH, et al. Am J Ind Med. 2017;60(1):96–108. DOI: 10.1002/ajim.22668	USA; U enrichment, pooled 3 facilities; $n = 29.303$ (81% males; 93% white)	Employed 1948–2003; follow-up to 2011	Lung dose: Internal mean dose –0,07 mGy; external 40 mGy	Control for potential confounders: external radiation with or without X-ray, nickel, trichloroethylene, and employment duration	<b>SMR = 0,78 (0,68; 0,90)</b> ; $p < 0,001^*$
Reyes M, et al. Report LA-11997-MS, UC-407. Los Alamos National Laboratory, Los Alamos. New Mexico, 1991. –25 p. <a href="https://oriseapps.ornl.gov/CEDR/pdf/hist-docs/302.pdf">https://oriseapps.ornl.gov/CEDR/pdf/hist-docs/302.pdf</a>	USA; Mound Facility ( $^{210}\text{Po}$ or $^{238}\text{Pu}$ ); $n = 4697$ (only males)	Employed 1943–1979; follow-up 12,7–25,8 years	No data	Adjusted for age and calendar years	<b>SMR = 1,16 (0,76; 1,69)*</b> ; $p = 0,428^*$
Stehney AF, et al. Interim Report. NUREG/CR-1420, ANL-80-37. U.S. Department of Energy, 1980. –52 p. DOI: 10.2172/5063829 OSTI ID:5063829	USA; Th processing plant; $n = 3900$ (82% males)	Employed 1940–1973; follow-up to 1979	No data	‘Data on a small sample of the study population indicated a higher proportion of cigarette smokers than among U. S. males’	SMR = 0,72* (0,33; 1,37)*; $p = 0,326$ (combined by us data on 1940–1954 and 1955–1969)
Liu Z, et al. Scand J Work Environ Health. 1992;18(3):162–8. doi: 10.5271/sjweh.1592	USA; Th processing plant; $n = 3119$ (only males)	Employed 1915–1973; follow-up 1940–1982	No data	Adjusted for age; control time-related confounders; no data on smoking	<b>SMR = 0,74 (0,39; 1,27)</b> ; $p = 0,278^*$
Fry SA, et al. Appl Occup Environ Hyg. 1996.11(4):334–43. DOI: 10.1080/1047322X.1996.10389333	USA; Department of Energy (DOE; all facilities); $n = 1404$ (only white males)	Employed 1943–1978; follow-up to 1984	More 50 mSv	Adjusted for age, race, gender, 5-year age and calendar year.	<b>SMR = 1,22 (0,61; 2,19)</b> ; $p = 0,590$
Ritz B, et al. Environ Health Perspect. 2000;108(8):743–51. DOI: 10.1289/ehp.00108743	USA; Rocketdyne facilities (Atomics International); $n = 2297$ (97% males)	Employed 1950–1993; follow-up 1959–1994	Internal dose, mSv: 0–58%; <5,0–30%; from 5 to 30–11%; >30–1%	Adjusted for age, pay type, time since first radiation monitored, and external radiation and for confounders (occupational or socioeconomic status, race, workplace exposure to carcinogenic chemicals, and smoking history)	SMR = 0,60 (0,28; 1,15); $p = 0,114^*$

Продолжение таблицы 2

Boice JD, Jr, et al. Radiat Res. 2006;166(1 Pt 1):98–115. DOI: 10.1667/RR3582.1	USA; Rocketdyne facilities (Atomics International); $n = 5801$ (92% males)	Employed 1948–1999	Mean dose: external: 13,5 mSv (max 1 Sv); internal: 19,0 mSv (max 3,6 Sv)	Adjusted for year of birth, year of hire, gender, pay type (hourly/salary), socio-economic status, duration of employment, work as a rocket test stand mechanic, and potential exposure to chemicals	<b>SMR = 0.67 (0.45; 0.95);</b> $p = 0,019^*$
Wiggs LD, et al. Health Phys. 1994;67(6):577–88. DOI: 10.1097/00004032-199412000-00001	USA; Los Alamos National Laboratory (LANL; Manhattan Project; nuclear weapons research); $n = 15.727$ (only males)	Employed 1943–1977; follow-up to 1990	Dose from 0–10 mSv to >100 mSv	Adjusted for age, calendar-year and ethnicity. Control for selection biases and external dose for $^{239}\text{Pu}$ exposure	SMR = 1,05 (0,87; 1,25); $p = 0,618^*$
Boice JD, Jr, et al. Int J Radiat Biol. 2022a;98(4):722–49. DOI: 10.1080/09553002.2021.1917784	USA; Los Alamos National Laboratory (LANL; Manhattan Project; nuclear weapons research); $n = 26.328$ (only males)	Employed 1943–1980; follow-up to 2017	For brain mean dose: 12 mGy; maximum to 0,76 Gy	Adjusted for sex, education and year of birth; bias for recorded external photon doses (not seriously distort)	<b>SMR = 1.08 (0.95; 1.22)*;</b> $p = 0,227^*$
Chan C, et al. J Occup Environ Med. 2010;52(7):725–32. DOI: 10.1097/JOM.0b013e3181e48ee0	USA; Paducah Gaseous Diffusion Plant (U enrichment); $n = 6759$ (82% males)	Employed 1952–2003; follow-up to 2003	75% workers: <100 mrem**	Adjusted for year and age	In the 40–44 age: 1970–1974: SMR = 2,21 (1,01; 4,19); 1975–1979: SMR = 8,13 (1,69; 23,75); for more details see below Figgs LW, et al., 2011 [48]
Aldrich TE, et al. Int J Occup Med Environ Health. 2010;23:145–51.	USA; Paducah Gaseous Diffusion Plant (U enrichment; also Ni, As, Cr and trichloroethylene); $n = 754$ (83% males; a larger fraction of minorities (меньшинства) and female workers)	Employed 1975–1979	No data	No data	SRR = 3,74 (1,86; 6,69) for workers in the period 1975–1979 compared with workers in all periods
Figgs LW, et al. 2011 [48]	USA; Paducah Gaseous Diffusion Plant (U enrichment; metal exposures (As, Be, Cr, Ni) and trichloroethylene); $n = 6820$ (only males; 99% white)	Employed 1952–2003; follow-up to 2004	No data	Adjusted for trichloroethylene likelihoods, age and race; different metal as confounders	For any metal: <b>SMR = 2.1 (1.4; 2.7).</b> $p < 0,001^*$ ; HR = 0,9 (0,7; 1,2); For U: SMR = 0,6–2,9; HR = 0,9; For As: SMR = 1,0–3,2; HR = 0,7; For Be: SMR = 1,8–2,1; HR = 2,3; For Cr: SMR = 1,2–2,7; HR = 0,7; For Ni: SMR = 0,2–2,1; HR = 0,9; For trichloroethylene: SMR = 0,7–5,5; HR = 0,9. U in urine associated with suicide risk
National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Final report. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention. 2001. <a href="https://www.cdc.gov/niosh/oerp/pdfs/2001-133g5-2.pdf">https://www.cdc.gov/niosh/oerp/pdfs/2001-133g5-2.pdf</a>	USA; Portsmouth Gaseous Diffusion Plant (U enrichment workers); $n = 8877$ (77% white males; 17% white females)	Employed 1954–1991; follow-up to 1991	Mean dose 2,68 mGy; for 75% workers <2,4 mGy	Possibly healthy worker effect, selection and survival biases	Total: <b>SMR = 0.60 (0.39; 0.87);</b> $p = 0,005^*$ ; External exposure: SMR = 0,62 (0,41; 0,90); $p = 0,009^*$ ; Internal exposure: SMR = 0,68 (0,43; 1,01); $p = 0,055^*$ ; U exposure: SMR = 1,05 (0,5; 1,93); $p = 0,839^*$ ; Ni exposure: SMR = 1,06 (0,13; 3,83); $p = 0,851^*$ ; Fluorine and Fluoride exposure: SMR = 1,32 (0,60; 2,50); $p = 0,404^*$
Boice JD, Jr, et al. J Radiol Prot. 2008;28(3):303–25. DOI: 10.1088/0952-4746/28/3/002	USA; Grants, New Mexico (U mill; never worked at an underground mine); $n = 718$ (91% males)	Follow-up 1979–2005	No data	No data	<b>SMR = 0.73 (0.15; 2.14);</b> $p = 0,638^*$
Boice JD, Jr, et al. Int J Radiat Biol. 2022b;98(4):657–78. DOI: 10.1080/09553002.2021.1967507	USA; Nuclear power plants (NRC REIRS database***); $n = 130.773$ (only males)	Employed 1957–1984; follow-up to 2011	For brain mean dose: 33 mGy; for bone marrow maximum to 1,0 Gy	Adjusted for sex, year of birth, and area-level education	<b>SMR = 0.79 (0.74; 0.85)*;</b> $p < 0,001^*$
Gold B, Kathren RL. Health Phys. 1998;75(3):236–40. DOI: 10.1097/00004032-199809000-00001	USA; United States Transuranium and Uranium Registries (USTUR); $n = 260$ (98% males; mainly white)	Employed from 1968	'...doses incurred were well below permissible occupational exposure levels'	No correction or adjustment; selection bias	'...the number of accidental death and suicides appears somewhat elevated relative to what would be expected from the general population, but not meaningfully so'

Окончание таблицы 2

Milder CM. PhD Dissert., Epidemiology. Faculty of the Graduate School of Vanderbilt University. Nashville, Tennessee, 2022. – 234 p.	USA; U process (Middlesex Sampling Plant, Mallinckrodt Chemical Works, and Fernald Feed Materials Production Center); <i>n</i> = 8407 (only males)	Employed 1942–1985	For internal U exposure to lung (dose weighting factor 20) mean: 50,9 mGy	Adjusted for sex, age, birth year, decade of hire, dust exposure, pay type, asbestos, chemical etc. Estimation confound with DAG (direct acyclic graph)	<b>SMR = 0,78 (0,61; 0,98);</b> <i>p</i> = 0,032*
Nair RC, et al. In: 'Proc. of Intern. Conference 'Occupational Safety in Mining'. Toronto, Canada, October 14–18, 1984. Canadian Nuclear Association, Toronto, Ontario, 1985. P. 354–364.	Canada; Eldorado Resource Limited; U mines in Port Radium; workers only on surface, not mining	Employed 1945–1980; follow-up to 2014	No data	'...lack of information on life styles, notably smoking habits'; some unknown work history; the exclusion of a large fraction of the study cohort	<b>SMR 1,89 (0,94; 3,37)*;</b> <i>p</i> = 0,053*
Nair RC, et al. In: 'Proc. of Intern. Conference 'Occupational Safety in Mining'. Toronto, Canada, October 14–18, 1984. Canadian Nuclear Association, Toronto, Ontario, 1985. P. 354–364.	Canada; Eldorado Resource Limited; U mines in Beaverlodge; workers only on surface, not mining	Employed 1945–1980	No data	'...lack of information on life styles, notably smoking habits'; some unknown work history; the exclusion of a large fraction of the study cohort	<b>SMR = 2,25 (1,61; 3,06)*;</b> <i>p</i> < 0,001*
Bouet S. PhD Dissert., Université Paris-Saclay (COMUE), 2018. – 180 p.	France; U millers; <i>n</i> = 1291 (91% males)	Employed 1957–2001; follow-up to 2014	No data	No data	<b>SMR = 0,71 (0,35; 1,27);</b> <i>p</i> = 0,251*
Samson E, et al. Brit Med J Open. 2016;6(4):Article e010316 – 10 p. DOI: 10.1136/bmjopen-2015-010316	France; U from plants in the nuclear fuel cycle (TRACY U cohort); <i>n</i> = 12649 (88% males)	Employed 1958–2006; follow-up 1968–2008	No data	No data	SMR = 0,66 (0,52; 0,82); <i>p</i> < 0,001*
Bouet S. PhD Dissert., Université Paris-Saclay (COMUE), 2018. – 180 p.; Bouet S, et al. Int Arch Occup Environ Health. 2019;92(2):249–62. DOI: 10.1007/s00420-018-1375-7	France; U from plants in the nuclear fuel cycle (TRACY U cohort); <i>n</i> = 4541 (87% males)	Employed 1958–2006; follow-up 1968–2013	Total: (mean dose: 11,8 mGy; maximum to 214 mGy	Adjusted for sex, age, year of birth and socioeconomic status	<b>SMR = 0,89 (0,64; 1,21);</b> <i>p</i> = 0,457*
Gros H, et al. Occup Med (Lond). 2002;52(1):35–44. DOI: 10.1093/ocmed/52.1.35; Chevalier A, et al. 11th Internat. Congress of IRPA, 23–28 May 2004, Madrid. Spain. 204. – 10 p.	France; Electricite de France (Nuclear power plants); <i>n</i> = 17.500 (cross-sectional study)	Employed 1993–1998	No data	Adjusted for age and work grade	NW were compared to company workers with no radiation. Total: RR = 1,11 (0,62; 1,99); Operating workers: RR = 1,05 (0,42; 2,6); Supervisory (controller) workers: RR = 1,42 (0,81; 2,51); Managers: RR = 0,58 (0,08; 4,44)
Engels H, et al. Rad Prot Dosimetry. 2005;117(4):373–81. DOI: 10.1093/rpd/nci327	Belgium; NW (5 facilities: nuclear power plants (2); nuclear waste treatment; fuel production, and Nuclear Research Centre); <i>n</i> 5910 (only males)	Employed 1953–1994; mean follow-up 22 year	From <10 mSv (>50% of cohort) to >200 mSv	No data for smoking for all NW	<b>SMR = 0,84 (0,56; 1,18);</b> <i>p</i> = 0,458*. <10 mSv: SMR = 0,75 (0,41; 1,18); <i>p</i> = 0,388*; 10–20 mSv: SMR = 0,49 (0,08; 1,16); <i>p</i> = 0,330*; 20–100 mSv: SMR = 0,74 (0,29; 1,35); <i>p</i> = 0,543*; ≥100 mSv: SMR = 0,92 (0,25; 1,93); <i>p</i> = 0,982*; Linear trend*: <i>r</i> = 0,762; <i>p</i> = 0,238
Bao S, et al. Chin J Radio I Health. 1997;6(1):4–8. DOI: 10.13491/j.cnki.issn.1004-714x.1997.01.003 (In Chinese.)	Chine; NW (11 installation)	Follow-up to 1990	No data	No data	In irradiated NW compared with non-irradiated NW: RR = 2,06; <i>p</i> = 0,01. But authors do not connect risk with a radiation factor

**Примечание:**

\* 95 % CI и/или статистическая значимость рассчитаны нами по исходным данным из оригинала (по значениям Observed/Expected или Observed + Risk (что позволяет рассчитать Expected суицидов). Использована программа WinPepi (ver. 11.60; free; J. Abramson; Israel). Тренд для дозовой зависимости рассчитан с помощью программы IBM SPSS Statistics, ver. 20.

We calculated the 95 % CI and/or statistical significance using the original data (Observed/Expected or Observed + Risk (which allows us to calculate Expected suicide). The program WinPepi (ver. 11.60; free; J. Abramson; Israel) was used. The dose-relationship trend was calculated using IBM SPSS Statistics, ver. 20.

\*\* Rem (Рэм) – 'roentgen equivalent man' ('rad equivalent man'): доза в радах, которая вызывает такое же биологическое повреждение, как один рад рентгеновского или  $\gamma$ -излучения [54].

Rem – 'roentgen equivalent man' ('rad equivalent man'): the dosage in rads that will cause the same amount of biological injury as one rad of X rays or gamma rays [54].

\*\*\* NRC REIRS – U.S. Nuclear Regulatory Commission's Radiation Exposure Information and Reporting System

Таблица 3

## Выборка источников по определению риска суицидов у зарубежных НВ (женские когорты)

## Sample of sources for determining the risk of suicide in foreign NW (female cohorts)

Source	Country, manufacture, cohort/study characteristics	Employed / занятость; follow-up	Dose range	Biases, confounders (adjusted / коррективировка)	Risk ( $\pm 95\%$ CI)
Wiggs LD. Ph.D Dissert. Thesis, University of Oklahoma, 1987. 260 p.; Wiggs LD, et al. Proc. of 116th Annual Meeting of the American Public Health Association. Boston, MA, November 13–17, 1988. P. 46. (we have no versions; cited on abstract and Wilkinson GS, et al., 2000; see below)	USA; Los Alamos National Laboratory (LANL; Manhattan Project; nuclear weapons research); $n = 6790$	Employed 1943–1981	–	–	Titles accordingly: ‘Mortality among females employed at the Los Alamos National Laboratory: an epidemiologic investigation’ and ‘Suicide mortality among female nuclear industry workers
Boice JD, Jr, et al. J Radiol Prot. 2008;28(3):303–25. DOI: 10.1088/0952-4746/28/3/002	USA; Grants, New Mexico (U miller + miners); $n = 245$	Employed 1955–1990; Follow-up 1979–2005	No data	No data	<b>SMR = 2.0 (0.06; 11.40)*</b> ; $p = 0,484$
Milder CM. PhD Dissert., Epidemiology. Faculty of the Graduate School of Vanderbilt University. Nashville, Tennessee, 2022. – 234 p.	USA; U process (Middlesex Sampling Plant, Mallinckrodt Chemical Works, and Fernald Feed Materials Production Center); $n = 988$	Employed 1942–1985; follow-up 1943–2014	For internal U exposure (dose weighting factor 20) mean: 19,3 mGy	Adjusted for sex, age, birth year, decade of hire, dust exposure, pay type, asbestos, chemical etc. Estimation confound with DAG (direct acyclic graph)	<b>SMR = 1,52* (0,49; 3,56)*</b> ; $p = 0,349*$
Boice JD, Jr, et al. Int J Radiat Biol. 2022b;98(4):657–78. DOI: 10.1080/09553002.2021.1967507	USA; Nuclear power plants (NRC REIRS database**); $n = 4420$	Employed 1943–1984; follow-up to 2017	For brain mean dose: 33 mGy; for bone marrow maximum to 1,0 Gy	Adjusted for sex, year of birth, and area-level education	<b>SMR = 1,00 (0,48; 1,84)*</b> ; $p = 1,0*$
Boice JD, Jr, et al. Int J Radiat Biol. 2022a;98(4):722–49. DOI: 10.1080/09553002.2021.1917784	USA; Los Alamos National Laboratory (LANL; Manhattan Project; nuclear weapons research); $n = 6524$	Employed 1943–1980; follow-up to 2017	For brain mean dose: 12 mGy; maximum to 0,76 Gy	Adjusted for sex, education and year of birth; bias for recorded external photon doses (not seriously distort)	<b>SMR = 1,92 (1,42; 2,54)*</b> ; $p < 0,001*$
Engels H, et al. Rad Prot Dosimetry. 2005;117(4):373–81. DOI: 10.1093/rpd/nci327	Belgium; NW (5 facilities: nuclear power plants (2); nuclear waste treatment; fuel production, and Nuclear Research Centre); $n = 1319$	Employed 1953–1994; mean follow-up 22 year	From $< 10$ mSv ( $> 50\%$ of cohort) to $> 200$ mSv	No data for smoking for all NW	<b>SMR = 1,52 (0,06; 4,52)*</b> ; $p = 0,573*$ (O/E: 1/0,6)
Wilkinson GS, et al., 2000. [55]	USA; 12 nuclear weapon facilities (radiation and chemical exposures); $n = 68338$	Employed 1979–1994	From 0,07 rem to $> 1,37$ rem	‘Future research should investigate the influence... of potential effect modifiers or confounders...’	SMR = 0,88 (0,76; 1,01); $p = 0,068*$ ; pooled for 12 facilities SMR from 0 to 1,63; External radiation exposure monitored: SMR = 0,92 (0,65; 1,23); $p = 0,538*$ ; not monitored: SMR = 0,88 (0,74; 1,04); $p = 0,145*$ . (Data for separate installation are taken in our analysis; see below)
Wilkinson GS, et al. 2000 [55]	USA; Fernald installation	Employed 1952–1988**	No data	No data	<b>SMR = 0,47 (0,01; 2,62)*</b> ; $p = 0,491*$
Wilkinson GS, et al. 2000 [55]	USA; Hanford installation	Employed 1944–1989**	No data	No data	<b>SMR = 1,15 (0,82; 1,57)*</b> ; $p = 0,362*$
Wilkinson GS, et al. 2000 [55]	USA; K-25 installation	Employed 1946–1991**	No data	No data	<b>SMR = 0,87 (0,59; 1,23)*</b> ; $p = 0,446$
Wilkinson GS, et al. 2000 [55]	USA; Linde installation	No data	No data	No data	0 suicides
Wilkinson GS, et al. 2000 [55]	USA; Los Alamos installation	Employed 1945–1999**	No data	No data	SMR = 1,42 (0,95; 2,04)*; $p = 0,07$
Wilkinson GS, et al. 2000 [55]	USA; Mound installation	Employed 1945–1999**	No data	No data	<b>SMR = 1,63 (0,70; 3,21)*</b> ; $p = 0,187*$
Wilkinson GS, et al. 2000 [55]	USA; Pantex installation	Employed 1957–1999**	No data	No data	<b>SMR = 0,91 (0,01; 3,28)*</b> ; $p = 0,977*$
Wilkinson GS, et al. 2000 [55]	USA; Rocky Flats installation	Employed 1953–1989**	No data	No data	<b>SMR = 0,82 (0,17; 2,40)*</b> ; $p = 0,795$
Wilkinson GS, et al. 2000 [55]	USA; Savannah River installation	Employed 1952–1980**	No data	No data	<b>SMR = 0,76 (0,25; 1,77)*</b> ; $p = 0,572$
Wilkinson GS, et al. 2000 [55]	USA; X-10; installation	Employed 1943–1991**	No data	No data	<b>SMR = 1,02 (0,56; 1,71)*</b> ; $p = 0,900$
Wilkinson GS, et al. 2000 [55]	USA; Y-12; installation	Employed 1950–1991**	No data	No data	<b>SMR = 0,62 (0,46; 0,82)*</b> ; $p = 0,00023$
Wilkinson GS, et al. 2000 [55]	USA; Zia; installation	Employed 1945–1999	No data	No data	<b>SMR = 0,65 (0,24; 1,41)*</b> ; $p = 0,289$

Примечание: \* Рассчитано нами (см. прим. к табл. 2). Calculated by us (see note to Table 2).

\*\* Данные из Table 15 из [55] для периода внешнего облучения. Data from Table 15 for the period of external irradiation from [55].

Имеется ряд характеристик, указывающих на достаточное качество включенных в анализ зарубежных работ (см. в табл. 2 и 3):

- а) Все исследования являются когортными, и это наивысший доказательный уровень дизайна для таких наблюдательных дисциплин, как эпидемиология [43, 53] и радиационная эпидемиология [63], за исключением находящихся на самом верху дизайнов систематического обзора и мета-анализа.
- б) Выборки исследований, как правило, достаточной величины, от сотен до десятков тысяч NW.
- в) Периоды прослеживания (follow-up), или охватываемые исследованиями периоды занятости, весьма длительны, от 19 до более чем 60–70 лет.
- г) Что же касается оценки авторами работ субъективных уклонов (bias) и вмешивающихся факторов (confounder), то из табл. 2 и 3 следует, что не во всех работах делались соответствующие поправки (adjusted), и основные из таковых оказываются тривиальными (пол, возраст, раса и др.). Хотя трудно сказать, какие вмешивающиеся факторы могут серьезно влиять на частоту суицидов в когортах NW. Курение способно отражаться на их уровне, но эффекты тут не прямые (через депрессию) [64], и они укладываются в понятие образа жизни (Life style), который вряд ли возможно точно определить для NW. Наиболее важными будут, вероятно, оценки эффекта socioeconomic статуса, тяжелых металлов и химических агентов, но подобные коррекции были выполнены в немногих работах (на socioeconomic статус – всего в двух). Равно как и поправки на лучевые воздействия (впрочем, при тех накопленных зарубежных NW невеликих дозах (см. в табл. 2 и 3) маловероятно влияние радиации на частоту суицидов<sup>13</sup>). Поэтому можно, по всей видимости, заключить, что, применительно к столь специфическому эффекту («объекту исследования»), требования PRISMA [53] и отечественного руководства [62] к качеству включаемых в анализ работ вряд ли могут быть учтены в большем объеме. К этому следует заметить, что все исследования в выборках выполнены, как правило, лидирующими национальными группами эпидемиологов нередко по правительственным или отраслевым грантам (Department of Energy (DOE) USA и др.).

Таким образом, в результате подготовительной части цикла исследований, изложенной в настоящем Сообщении 1, по результатам систематического обзора сформированы и охарактеризованы две окончательные выборки публикаций для мета- и pooled-анализов риска (SMR) суицидов, которые (анализы) будут выполнены и изложены в Сообщении 2. Обе выборки, для мужчин и женщин NW (см. выделенные полужирным подчеркнутые значения SMR в табл. 2 и 3), включают по 15 ядерных инсталляций (совпадении), и, что весьма важно и редко достигаемо, для всех из них имеются полные оригиналы публикаций. Это позволяет выполнить не только мета-анализ, но и pooled-анализ, что делает полученные результаты значимыми как теоретически (проблема приоритета для доказательности путем мета- или pooled-анализа считается весьма актуальной [7, 66, 67]), так и практически, позволяя наметить возможные пути предупреждения столь нежелательных инцидентов.

<sup>13</sup> Некоторые группы NW зарубежных инсталляций (например, из 'Sellafield', Великобритания [65]) накопили весьма значительные кумулятивные дозы, однако для них нет сведений об уровне именно суицидов.

## 5. Заключение

В настоящем разделе ссылки, которые можно найти выше, за некоторыми исключениями не приводятся.

При исследовании эффектов у NW особый акцент делается, во-первых, на тех патологиях, для которых доказана атрибутивность облучению и, во-вторых, на всех остальных заболеваниях. Хотя «внешние причины» (травмы, отравления, убийства, суициды и пр.) практически всегда фигурируют в соответствующих эпидемиологических таблицах, посвященных рискам для NW, относительно мало работ, в которых просто перечислены эти «внешние причины», не говоря уже о том, чтобы дифференцированно оценить риски для каждой из составляющих данные причины компонент. Это касается и исследований частоты суицидов у NW. По результатам поиска в поддерживаемой двумя первыми авторами представленной работы библиографической базе данных по эффектам и показателям у NW, а также в основных мировых базах (PubMed, Embase, Google Scholar), обнаружено всего 39 публикаций, в которых так или иначе затрагивался риск фатальных суицидов у NW. Между тем, этот показатель рассматривается как важный индикатор профессионального стресса в его различных аспектах и, применительно как к населению, так и к контингентам работников, является показателем благополучия/неблагополучия. Поэтому то, что для эпидемиологии рисков у NW редко выделяется такая специфическая причина, как суициды, представляется упущением.

Ранее нами были проведены попутные исследования эффектов у NW, которые укладываются в рамки профессиональной социологии и могут рассматриваться как повышающие имидж занятости в области ядерной индустрии и устраняющие соответствующие стереотипы. Так, по результатам сравнительных синтетических исследований риски смертности от общих причин и от таких основных патологий, как болезни системы кровообращения и онкология, оказались для NW ниже, чем от пассивного курения обычного взрослого населения. Сходная в целом закономерность наблюдалась даже для U miners [15–17]. Проведенный нами мета-анализ по величинам SMR для общей смертности и смертности от всех раков у NW ряда стран выявил очень высокий «Эффект здорового работника» [19].

Представленное исследование, реализуемое в двух сообщениях, продолжает достижение названных имиджевых целей. Оно посвящено систематическому обзору с последующими мета-анализом и pooled-анализом применительно к показателям SMR для суицидов у NW разных стран. В целом работа осуществлялась согласно рекомендациям PRISMA [53] и отечественного руководства по мета-анализу [62]. В настоящем Сообщении 1 изложена методика поиска источников, этапы процессинга сформированной выборки для подготовки к мета- и pooled-анализам (выбор работ только с индексами SMR для суицидов, только хронологически последних публикаций для одних и тех же когорт, устранение выпадающих вариант и оценка эпидемиологического качества включаемых исследований). В результате получены две выборки работ, соответствующие 15 ядерным инсталляциям как для мужчин NW, так и для женщин NW.

Ни одна из найденных четырех отечественных статей (все для ПО «Маяк») не вошла в систематический обзор вследствие отсутствия необходимого индекса риска. Тем не менее, качественный анализ данных из этих публикаций позволил сделать выводы о повышенном риске суицидов для NW ПО «Маяк» с облучением в высоких дозах (порядка >4 Гр и >9 Гр в двух работах) при отсутствии подобного риска для мужчин NW без переоблучения.

Отношение невзвешенных по возрасту рисков суицидов у женщин NW к рискам суицидов у мужчин NW для ПО «Маяк» оказалось обратным известному для населения «гендерному парадоксу» (то есть описанному еще в XIX в. преобладанию для почти всех стран, кроме Китая, уровня фатальных суицидов для мужчин сравнительно с женщинами, в то время как для нефатальных попыток все ровно наоборот). По полученной величине столь выраженный «обратный» парадокс характерен среди иных профессий еще только для врачей. Следует отметить, что выявленная для ПО «Маяк» тен-

денция к преобладанию уровня суицидов у женщин NW (то есть наличие большего показателя стресса и неблагополучия) должно обусловить дифференцированный по гендерному признаку подход к психологическому и психофизиологическому сопровождению контингентов отечественных NW.

Дальнейшие мета-анализы и pooled-анализы значительных SMR для суицидов у зарубежных NW, а также сравнение их риска для женских и мужских когорт с целью более точной проверки «обратного парадокса», будут представлены в Сообщении 2.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ/REFERENCES

- Fukui T., Rahman M., Sekimoto M., Hira K., Maeda K., Morimoto T., et al. Study Design, Statistical Method, and Level of Evidence in Japanese and American Clinical Journals. *J. Epidemiol.* 2002;12;3:266–270. Doi: 10.2188/Jea.12.266.
- Власов В.В. Эпидемиология: Учебное пособие. 2-е изд. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. 464 с. [Vlasov V.V. *Epidemiologiya* = Epidemiology. Textbook. 2nd ed. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2006. 464 p. (In Russ.).]
- UNSCEAR 2017. Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. Annex A. Principles and Criteria for Ensuring the Quality of the Committee's Reviews of Epidemiological Studies of Radiation Exposure. United Nations. New York, 2018. P. 17–64.
- Jadad A.R., Enkin M.W. Randomized Controlled Trials. Questions, Answers, and Musings. 2nd edition. Malden, Oxford, Carlton, BMJ Books, 2007. 136 p.
- Blettner M., Sauerbrei W., Schlehofer B., Scheuchenpflug T., Friedenreich C. Traditional Reviews, Meta-Analyses and Pooled Analyses in Epidemiology. *Int. J. Epidemiol.* 1999;28;1:1–9. Doi: 10.1093/Ije/28.1.1.
- Friedenreich C.M. Methods for Pooled Analyses of Epidemiologic Studies. *Epidemiology.* 1993;4;4:295–302. Doi: 10.1097/00001648-199307000-00004.
- Bravata D.M., Olkin I. Simple Pooling Versus Combining in Meta-Analysis. *Eval. Health Prof.* 2001;24;2:218–230. Doi: 10.1177/01632780122034885.
- Котеров А.Н., Ушенкова Л.Н., Калинин М.В., Бирюков А.П. Сравнение риска смертности от солидных раков после радиационных инцидентов и профессионального облучения // Медицина труда и промышленная экология. 2021. Т.61. №9. С. 580–587 [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 Exposure. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya* = Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology. 2021;61;9:580–587 (In Russ.)]. Doi: 10.31089/1026-9428-2021-61-9-580-587.
- Sturmberg J.P. Evidence-Based Medicine — not a Panacea for the Problems of a Complex Adaptive World. *J. Eval. Clin. Pract.* 2019;25;5:706–716. Doi: 10.1111/Jep.13122.
- Umbrella Reviews: Evidence Synthesis with Overviews of Reviews and Meta-Epidemiologic Studies. Ed. by G. Biondi-Zoccai. 1st Edition. Springer International Publishing, Switzerland, 2016. 526 p.
- Trinquart L., Dechartres A., Ravaut P. Commentary: Meta-Epidemiology, Meta-Meta-Epidemiology or Network Meta-Epidemiology? *Int. J. Epidemiol.* 2013;42;4:1131–1133. Doi: 10.1093/Ije/Dyt137.
- Котеров А.Н., Ушенкова Л.Н., Буланова Т.М., Богданенко Н.А. Отраслевые библиографические базы данных: перспективы использования в ФМБА России для научной экспертизы при принятии решений. Сообщение 1. Общие вопросы и база данных по медико-биологическим и иным эффектам у работников ядерной индустрии // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2025. Т.70. №2. С. 88–106 [Koterov A.N., Ushenkova L.N., Bulanova T.M., Bogdanenko N.A. Industry Bibliographic Databases: Prospects for Use in the Federal Medical and Biological Agency of Russia for Scientific Expertise in Decision-Making. Report 1. General Issues and a Database on Medical, Biological and other Effects in Workers in the Nuclear Industry. *Meditsinskaya Radiologiya i Radiatsionnaya Bezopasnost'* = Medical Radiology and Radiation Safety. 2025;70;2:88–106 (In Russ.)]. Doi: 10.33266/1024-6177-2025-70-2-88-106.
- Котеров А.Н., Ушенкова Л.Н., Буланова Т.М., Богданенко Н.А. Отраслевые библиографические базы данных: перспективы использования в ФМБА России для научной экспертизы при принятии решений. Сообщение 2. База данных по медико-биологическим и иным эффектам у шахтеров урановых рудников // Мед. радиология и радиац. безопасность. 2025. Т.70. № 4. С. 66–76 [Koterov A.N., Ushenkova L.N., Bulanova T.M., Bogdanenko N.A. Industry Bibliographic Databases: Prospects for Use in the Federal Medical and Biological Agency of Russia for Scientific Expertise in Decision-Making. Report 2. Database on Medical, Biological and other Effects in Uranium Miners. *Meditsinskaya Radiologiya i Radiatsionnaya Bezopasnost'* = Medical Radiology and Radiation Safety. 2025;70;4:66-76 (In Russ.)]. Doi: 10.33266/1024-6177-2025-70-4-66-77.
- Grint K., Nixon D. The Sociology of Work. 4th Edition. John Wiley & Sons, 2025. 472 p.
- Котеров А.Н., Ушенкова Л.Н., Дибиргаджиев И.Г., Буланова Т.М. Сравнение риска общей смертности для работников ядерной индустрии, шахтеров урановых рудников и других профессий с риском пассивного курения (мета-анализы) // Мед. радиология и радиац. безопасность. 2024. V.69. №5. С. 75–86 [Koterov A.N., Ushenkova L.N., Dibirgadzhiyev I.G., Bulanova T.M. Comparison of the Risk of Overall Mortality for Workers in the Nuclear Industry, Uranium Miners and other Professions with the Risk of Passive Smoking (Meta-Analyses). *Meditsinskaya Radiologiya i Radiatsionnaya Bezopasnost'* = Medical Radiology and Radiation Safety. 2024;69;5:75–86 (In Russ.)]. Doi: 10.33266/1024-6177-2024-69-5-75-86.
- Котеров А.Н., Ушенкова Л.Н., Дибиргаджиев И.Г., Калинин М.В. Смертность от всех причин и от всех раков для работников ядерной индустрии и шахтеров урановых рудников сравнительно с наиболее вредными/опасными профессиями (синтетическое исследование) // Здоровье и окружающая среда: Сб. научн. тр. / Под ред. С.И.Сычика и др. Гомель: Гомельская правда, 2024. С. 59–69 [Koterov A.N., Ushenkova L.N., Dibirgadzhiyev I.G., Kalinina M.V. Mortality from all Causes and from all Cancers for Workers in the Nuclear Industry and Uranium Miners Compared with the Most Harmful/Dangerous Professions (Synthetic Study). Collection of Scientific Papers *Zdorov'ye i Okruzhayushchaya Sreda* = Health and the Environment. Ed. S.I.Sychik, et al. Gomel, Gomel'skaya Pravda Publ., 2024. P. 59–69 (In Russ.)].
- Котеров А.Н., Ушенкова Л.Н., Вайнсон А.А., Дибиргаджиев И.Г., Калинин М.В., Бушманов А.Ю. Риск смертности от основных патологий вследствие пассивного курения не достигается подавляющим большинством работников ядерной индустрии всех периодов занятости // Мед. радиология и радиац. безопасность. 2024. Т.69. №3. С. 57–67 [Koterov A.N., Ushenkova L.N., Vaynsou A.A., Dibirgadzhiyev I.G., Kalinina M.V., Bushmanov A.Yu. The Risk of Mortality from Major Pathologies Due to Passive Smoking is not Achieved by the Overwhelming Majority of Workers in the Nuclear Industry of All Periods of Employment. *Meditsinskaya Radiologiya i Radiatsionnaya Bezopasnost'* = Medical Radiology and Radiation Safety. 2024;69;3:57–67 (In Russ.)]. Doi: 10.33266/1024-6177-2024-69-3-57-67.
- Tsai S.P., Hardy R.J., Wen C.P. The Standardized Mortality Ratio and Life Expectancy. *Am. J. Epidemiol.* 1992;135;7:824–831. Doi: 10.1093/Oxfordjournals.Aje.A116369.
- Котеров А.Н., Ушенкова Л.Н., Калинин М.В., Бирюков А.П. «Эффект здорового работника» по показателям общей смертности и смертности от злокачественных новообразований у персонала предприятий ядерной и химической индустрии: мета-анализы // Мед. радиология и радиац. безопасность. 2023. Т.68. № 4. С. 43–50 [Koterov A.N., Ushenkova L.N., Kalinina M.V., Biryukov A.P. The Healthy Worker Effect in Terms of Overall Mortality and Mortality from Malignant Neoplasms among Personnel of Nuclear and Chemical Industry Enterprises: Meta-Analyses. *Meditsinskaya Radiologiya i Radiatsionnaya Bezopasnost'* = Medical Radiology and Radiation Safety. 2023;68;4:43–50 (In Russ.)]. Doi: 10.33266/1024-6177-2023-68-4-43-50.
- Cousteaux A.-S., Pan Ke Shon J.-L. Is Ill-Being Gendered? Suicide, Risk for Suicide, Depression and Alcohol Dependence. *R. Fanc. Sociol.* 2010;51;5:3–40. Doi: 10.3917/Rfs.515.0003.
- Гилинский Я.И. Самоубийство как социальный феномен // Социологический журнал. 2011. №2. С. 39–48 [Gilinsky Ya.I. Suicide as a Social Phenomenon. *Sotsiologicheskij Zhurnal* = Sociological Journal. 2011;2:39–48 (In Russ.)].
- Landy F., Quick J.C., Kasl S. Work, Stress, and Well-Being. *International Journal of Stress Management.* 1994;1;1:33–73. Doi: 10.1007/Bf01857282.
- Brodsky C.M. Suicide Attributed to Work. *Suicide Life Threat Behav.* 1977;7;4:216–229. Doi: 10.1111/j.1943-278X.1977.tb00893.x.
- Bedeian A.G. Suicide and Occupation: a Review. *Journal of Vocational Behavior.* 1982;21;2:206–223. Doi: 10.1016/0001-8791(82)90030-6.
- Boxer P.A., Burnett C., Swanson N. Suicide and Occupation: a Review of the Literature. *J. Occup. Environ. Med.* 1995;37;4:442–452. Doi: 10.1097/00043764-199504000-00016.
- Samuels S.W. A Moral History of the Evolution of a Caste of Workers. *Environ. Health Perspect.* 1996;104;5:991–998. Doi: 10.1289/Ehp.96104s5991.
- Roberts S.E., Jaremin B., Lloyd K. High-Risk Occupations for Suicide. *Psychol. Med.* 2013;43;6:1231–1240. Doi: 10.1017/S0033291712002024.
- Baumert J., Schneider B., Lukaschek K., Emery R.T., Meisinger C., Erazo N., et al. Adverse Conditions at the Workplace are Associated with Increased Suicide Risk. *J. Psychiatr. Res.* 2014;57:90–95. Doi: 10.1016/J.psychires.2014.06.007.
- Loerbroks A., Cho S.I., Dollard M.F., Zou J., Fischer J.E., Jiang Y., et al. Associations between Work Stress and Suicidal Ideation: Individual-Participant Data from Six Cross-Sectional Studies. *J. Psychosom. Res.* 2016;90:62–69. Doi: 10.1016/J.psychores.2016.09.008.
- Milner A., Witt K., LaMontagne A.D., Niedhammer I. Psychosocial Job Stressors and Suicidality: a Meta-Analysis and Systematic Review. *Occup. Environ. Med.* 2018;75;4:245–253. Doi: 10.1136/oemed-2017-104531.

31. Guseva-Canu I., Bovio N., Mediouni Z., Bochud M., Wild P. Swiss National Cohort (SNC). Suicide Mortality Follow-Up of the Swiss National Cohort (1990–2014): Sex-Specific Risk Estimates by Occupational Socio-Economic Group in Working-Age Population. *Soc. Psychiatry Psychiatr. Epidemiol.* 2019;54;12:1483–1495. Doi: 10.1007/S00127-019-01728-4.
32. Kim S.Y., Shin Y.C., Oh K.S., Shin D.W., Lim W.J., Cho S.J., Jeon S.W. Association between Work Stress and Risk of Suicidal Ideation: a Cohort Study among Korean Employees Examining Gender and Age Differences. *Scand. J. Work Environ. Health.* 2020;46;2:198–208. Doi: 10.5271/Sjweh.3852.
33. Aberg M., Staats E., Robertson J., Schioler L., Toren K., LaMontagne A.D., et al. Psychosocial Job Stressors and Risk of Suicidal Behavior – an Observational Study among Swedish Men. *Scand. J. Work Environ. Health.* 2022;48;6:435–445. Doi: 10.5271/sjweh.4039.
34. Stare J., Boulch D.M. Odds Ratio, Hazard Ratio and Relative Risk. *Metodoloski Zvezki.* 2016;13;1:59–67. Doi: 10.51936/Uwah2960.
35. About WONUC [World Council of Nuclear Workers]. Proceedings 1st Internat. Symp. The Effects of Low and Very Low Doses of Ionizing Radiation on Human Health. France, Saint Quentin en Yvelines, 17–18 June 1999. Ed. by WONUC. Elsevier Science B.V., 2000.
36. Shrader-Frechette K. Trading Jobs for Health: Ionizing Radiation, Occupational Ethics, and the Welfare Argument. *Sci. Eng. Ethics.* 2002;8;2:139–154. Doi: 10.1007/S11948-002-0015-4.
37. Laurier D., Marsh J.W., Rage E., Tomasek L. Miner Studies and Radiological Protection Against Radon. *Ann. ICRP.* 2020;49;1:57–67. Doi: 10.1177/0146645320931984.
38. Varnik P. Suicide in the World. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2012;9:760–771. Doi: 10.3390/Ijerp9030760.
39. Yip P.S., Callanan C., Yuen H.P. Urban/Rural and Gender Differentials in Suicide Rates: East and West. *J. Affect Disord.* 2000;57;1–3:99–106. Doi: 10.1016/S0165-0327(99)00058-0.
40. Demir M. Gender Differences in Suicide Rates. *Forensic Science & Addiction Research.* 2018;2;4:161–165. Doi: 10.31031/Fsar.2018.02.000550.
41. Bommersbach T.J., Rosenheck R.A., Petrakis I.L., Rhee T.G. Why are Women more Likely to Attempt Suicide than Men? Analysis of Lifetime Suicide Attempts among US Adults in a Nationally Representative Sample. *J. Affect Disord.* 2022;311:157–164. Doi: 10.1016/J.Jad.2022.05.096.
42. Berardelli I., Rogante E., Sarubbi S., Erbuto D., Cifrodelli M., Concolato C., et al. Is Lethality Different between Males and Females? Clinical and Gender Differences in Inpatient Suicide Attempters. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2022;19;20:13309. 8 p. Doi: 10.3390/Ijerp192013309.
43. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. 2nd Edition. Ed. by J.P.T. Higgins, T. James, J. Chandler, et al. Cochrane, Wiley Blackwell, 2019. 694 p. Doi: 10.1002/9781119536604.
44. Wilkinson G.S., Trieff N., Graham R., Priore R.L. Study of Mortality among Female Nuclear Weapons Workers. Final Report. Grant Numbers: 1R01 OHO3274, R01/CCR214546, R01/CCR61 2934-01. 2000. 447 p. URL: <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/217970> (Date of Access 15.12.2025).
45. Boice J.D. Jr, Cohen S.S., Mumma M.T., Chadda B., Blot W.J. A Cohort Study of Uranium Millers and Miners of Grants, New Mexico, 1979–2005. *J. Radiol. Prot.* 2008;28;3:303–325. Doi: 10.1088/0952-4746/28/3/002.
46. OCRC-2015. The Occupational Cancer Research Centre, Cancer Care Ontario. Ontario Uranium Miners Cohort Study Report. Prepared for: The Canadian Nuclear Safety Commission. 2015. 137 p. URL: <https://www.occupationalcancer.ca/wp-content/uploads/2023/01/RSP-0308.pdf> (Date of Access 15.12.2025).
47. Kreuzer M., Schnelzer M., Tschense A., Walsh L., Grosche B. Cohort Profile: the German Uranium Miners Cohort Study (WISMUT cohort), 1946–2003. *Int. J. Epidemiol.* 2010;39;4:980–987. Doi: 10.1093/Ije/Dyp216.
48. Figs L.W., Holsinger H., Freitas S.J., Brion G.M., Hornung R.W., Rice C.H., Tollerud D. Increased Suicide Risk among Workers Following Toxic Metal Exposure at the Paducah Gaseous Diffusion Plant from 1952 to 2003: a Cohort Study. *Int. J. Occup. Environ. Med.* 2011;2;4:199–214. URL: <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/193290> (Date of Access 15.12.2025).
49. Flanders W.D. Approximate Variance Formulas for Standardized Rate Ratios. *J. Chronic Dis.* 1984;37;6:449–453. Doi: 10.1016/0021-9681(84)90028-6.
50. Смертность от внешних причин в России с середины XX века / Под ред. А.Г.Вишневецкого. М.: Высшая школа экономики, 2017. 448 с. [*Smernost' ot Vneshnikh Prichin v Rossii s Serediny XX Veka* = Mortality from External Causes in Russia Since the Mid-20th Century. Ed. A.G.Vishnevskiy. Moscow, Vysshaya Shkola Ekonomiki Publ., 2017. 448 (In Russ.)]. Doi: 10.17323/978-5-7598-1397-2.
51. *Комаров А.Н.* От очень малых до очень больших доз радиации: новые данные по установлению диапазонов и их экспериментально-эпидемиологические обоснования // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2013. Т.58. №2. С. 5–21. [Kotero A.N. From Very Small to Very Large Doses of Radiation: New Data on Establishing Ranges and their Experimental and Epidemiological Justifications. *Meditsinskaya Radiologiya i Radiatsionnaya Bezopasnost'* = Medical Radiology and Radiation Safety. 2013;58;2:5–21 (In Russ.)].
52. Amano M.A., French B., Sakata R., Dekker M., Brenner A.V. Lifetime Risk of Suicide among Survivors of the Atomic Bombings of Japan. *Epidemiol. Psychiatr. Sci.* 2021;30:e43. 9 p. Doi: 10.1017/S204579602100024x.
53. 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:e1000097. 6 p. Doi: 10.1371/Journal.Pmed.1000097; URL: [https://legacyfileshare.elsevier.com/promis\\_misc/PRISMA-2009-Checklist1.pdf](https://legacyfileshare.elsevier.com/promis_misc/PRISMA-2009-Checklist1.pdf).
54. Rem. Unit of Measurement. *Encyclopaedia Britannica.* URL: <https://www.britannica.com/science/rem-unit-of-measurement> (Date of Access 17.12.2025).
55. Wilkinson G.S., Trieff N., Graham R., Priore R.L. Study of Mortality among Female Nuclear Weapons Workers. Final Report. Grant Numbers: 1R01 OHO3274, R01/CCR214546, R01/CCR61 2934-01. 2000. 447 p. URL: <http://www.pantex.com/RRoom/rdocs/safetyhealth/wilkinsonfinalreport.pdf>.
56. *Кокунин В.А.* Статистическая обработка данных при малом числе опытов // Украинский биохимический журнал. 1975. Т.47. №6. С. 776–790. [Kokunin V.A. Statistical Processing of Data with a Small Number of Experiments. *Ukrainskiy Biokhimicheskiy Zhurnal* = Ukrainian Biochemical Journal. 1975;47;6:776–790 (In Russ.)].
57. Gul M., Kotak Y., Muneer T., Ivanova S. Enhancement of Albedo for Solar Energy Gain with Particular Emphasis on Overcast Skies. *Energies.* 2018;11:2881. 17 p. URL: <http://dx.doi.org/10.3390/en1112881>.
58. Wisenburn B., Mahoney K. A Meta-Analysis of Word-Finding Treatments for Aphasia. *Aphasiology.* 2009;23;11:1338–1352. Doi: 10.1080/02687030902732745.
59. Montes A., Sanmarco J., Novo M., Cea B., Arce R. Estimating the Psychological Harm Consequence of Bullying Victimization: a Meta-Analytic Review for Forensic Evaluation. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2022;19;13852. 9 p. Doi: 10.3390/Ijerp192113852.
60. Park R.M., Bailer A.J., Stayner L.T., Halperin W., Gilbert S.J. An Alternate Characterization of Hazard in Occupational Epidemiology: Years of Life Lost per Years Worked. *Am. J. Ind. Med.* 2002;42;1:1–10. Doi: 10.1002/Ajim.10082.
61. Waldron H.A. Did the Mad Hatter have Mercury Poisoning? *Br. Med. J. (Clin. Res. Ed.)*. 1983;287:6409:1961. Doi: 10.1136/Bmj.287.6409.1961.
62. *Омельяновский В.В., Авксентьева М.В., Сура М.В., Хачатрян Г.Р., Федяева В.К.* Методические рекомендации по проведению мета-анализа. М.: Центр экспертизы и контроля качества медицинской помощи Минздрава России, 2017. 28 с. [Omel'yanovskiy V.V., Avksent'yeva M.V., Sura M.V., Khachatryan G.R., Fedayeva V.K. *Metodicheskiye Rekomendatsii po Provedeniyu Meta-Analiza* = Methodological Recommendations for Conducting Meta-Analysis. Moscow, Tsentr Ekspertizy i Kontrolya Kachestva Meditsinskoy Pomoshchi Minzdrava Rossii Publ., 2017. 28 p. (In Russ.)].
63. Boice J.D., Jr. Lauriston S. Taylor Lecture: Radiation Epidemiology — the Golden Age and Future Challenges. *Health Phys.* 2011;100;1:59–76. Doi: 10.1097/Hp.0b013e3181f9797d.
64. Kudo S., Ishida J., Yoshimoto K., Mizuno S., Ohshima S., Furuta H., Kasagi F. Direct Adjustment for Confounding by Smoking Reduces Radiation-Related Cancer Risk Estimates of Mortality among Male Nuclear Workers in Japan, 1999–2010. *J. Radiol. Prot.* 2018;38;1:357–371. Doi: 10.1088/1361-6498/Aaa65c.
65. Douglas A.J., Omar R.Z., Smith P.G. Cancer Mortality and Morbidity among Workers at the Sellafield Plant of British Nuclear Fuels. *Br. J. Cancer.* 1994;70;6:1232–1243. Doi: 10.1038/Bjc.1994.479.
66. Smith S.J., Steinberg K.K., Thacker S.B. Methods for Pooled Analyses of Epidemiologic Studies. *Epidemiology.* 1994;5;3:381–383. Doi: 10.1097/00001648-199405000-00024.
67. Szpiro A., Hazlehurst M., Karr C., Kaufman J., LeWinn K., Loftus C., et al. Meta-Analysis vs Pooling: Tradeoffs in Precision, Confounder Control, Mixtures, and Nonlinear Dose-Response. Abstracts of the 2019 Annual Conference of the International Society for Environmental Epidemiology. Utrecht, the Netherlands, August 25–28 2019. *Environmental Epidemiology* 2019;3;1:389. Doi: 10.1097/01.Ee9.0000610336.09715.B9.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Участие авторов.** Статья подготовлена с равным участием авторов.

**Поступила:** 20.01.2026. **Принята к публикации:** 25.02.2026.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Financing.** The study had no sponsorship.

**Contribution.** Article was prepared with equal participation of the authors.

**Article received:** 20.01.2026. **Accepted for publication:** 25.02.2026.