

## ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

EDN: <https://elibrary.ru/quqaek>DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2023-63-10-632-641>

УДК 314.4; 614.1

© Коллектив авторов, 2023

Бухтияров И.В.<sup>1,2</sup>, Брылёва М.С.<sup>1</sup>, Бетц К.В.<sup>1</sup>, Тихонова Г.И.<sup>1</sup>, Салагай О.О.<sup>3</sup>**Социально-гигиенические аспекты смертности населения трудоспособного возраста промышленного города Восточной Сибири (на примере г. Усолье-Сибирское Иркутской области)**<sup>1</sup>ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени Н.Ф. Измерова», пр-т Буденного, 31, Москва, 105275;<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава России, ул. Трубецкая, 8/2, Москва, 119991;<sup>3</sup>Министерство здравоохранения Российской Федерации, Рахмановский пер., 3, Москва, 127994

**Введение.** За более чем 80 лет своей работы ОАО «Усольехимпром» (г. Усолье-Сибирское Иркутской области) выбросило в окружающую среду значительное количество загрязняющих веществ, таких как ртуть, свинец, марганец, никель, формальдегид, фенолы и др. Несмотря на принимаемые меры по реабилитации территории, затронутой деятельностью комбината, загрязнение окружающей среды г. Усолье-Сибирское остаётся масштабной экологической проблемой и представляет угрозу для населения города. Ранее было установлено, что уровень смертности населения в городе превышает аналогичные показатели по сравнению с Иркутской областью и Россией во всех возрастных группах (детское население, трудоспособный возраст, старше трудоспособного возраста). Максимальное превышение установлено среди населения трудоспособного возраста.

**Цель исследования** — оценить гигиеническую и социально-экономическую ситуацию на территории г. Усолье-Сибирское и определить её влияние на причины и уровни смертности населения трудоспособного возраста.

**Материалы и методы.** На основе официальных ежегодников Росгидромета и отчётов Министерства природных ресурсов и экологии Иркутской области изучено состояние окружающей среды в г. Усолье-Сибирское за 2010–2019 гг. Информация об основных показателях социально-экономического развития проанализирована по данным Аналитических отчётов о социально-экономической ситуации в муниципальном образовании «город Усолье-Сибирское» за 2010–2019 гг., а также на основе информации Базы данных показателей муниципальных образований Иркутской области (Иркутскстат). Смертность населения трудоспособного возраста изучена по формам С-51 «Числа умерших по полу, возрасту и отдельным причинам смерти» и 2РН «Численность населения по полу и возрасту» за 2010–2019 гг. На основе полученных данных рассчитаны стандартизованные по возрасту коэффициенты смертности от основных классов причин по усреднённым за 10 лет показателям. За стандарт принята возрастная структура населения России за 2010 г. в соответствии с переписью. Стандартизация проводилась прямым методом.

**Результаты.** В г. Усолье-Сибирское наблюдается тяжёлая экологическая обстановка, связанная с техногенным загрязнением всех компонентов биосферы, в т. ч. канцерогенными веществами. При сравнении уровней смертности в г. Усолье-Сибирское с региональным и среднероссийским значением выявлено превышение показателей смертности от всех изучаемых классов причин как среди мужчин, так и среди женщин. Крайне неблагоприятная ситуация отмечена для смертности от инфекционных заболеваний (в 5 раз и 7,3 раза выше по сравнению с Россией для мужчин и женщин, соответственно), в том числе от ВИЧ-инфекции и туберкулёза, а также причин смерти, ассоциированных с алкоголем, распространённость которых связана с социальной и экономической нестабильностью города. Высокие уровни смертности отмечены от причин, имеющих этиологическую связь с последствиями производственной деятельности предприятия «Усольехимпром» (от болезней нервной системы, злокачественных новообразований, болезней печени).

**Выводы.** Санитарно-гигиенические условия жизни населения г. Усолье-Сибирское характеризуются крайне высоким уровнем загрязнения всех компонентов биосферы веществами 1–2 классов опасности и канцерогенами. Неблагоприятная социально-экономическая ситуация вследствие закрытия крупнейшего предприятия усугубляет имеющиеся риски преждевременной смертности и приводит к росту смертности от социально-значимых заболеваний. Население трудоспособного возраста наиболее уязвимо к указанным факторам, поскольку именно на него ложится вся демографическая нагрузка.

**Этика.** Исследование не требовало заключения этического комитета.

**Ключевые слова:** Усолье-Сибирское; техногенное загрязнение; ртуть; смертность; трудоспособный возраст

**Для цитирования:** Бухтияров И.В., Брылёва М.С., Бетц К.В., Тихонова Г.И., Салагай О.О. Социально-гигиенические аспекты смертности населения трудоспособного возраста промышленного города Восточной Сибири (на примере г. Усолье-Сибирское Иркутской области). *Мед. труда и пром. экол.* 2023; 63(10): 632–641. <https://elibrary.ru/quqaek> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2023-63-10-632-641>

**Для корреспонденции:** Брылёва Мария Сергеевна, научный сотрудник, ФГБНУ «НИИ МТ», канд. биол. наук. E-mail: [lms\\_18@mail.ru](mailto:lms_18@mail.ru)

**Участие авторов:**

Бухтияров И.В. — концепция и дизайн исследования, редактирование статьи;

Брылёва М.С. — сбор данных, анализ и интерпретация данных, написание статьи, редактирование статьи;

Бетц К.В. — анализ и интерпретация данных, написание статьи, редактирование статьи;

Тихонова Г.И. — анализ и интерпретация данных;

Салагай О.О. — концепция и дизайн исследования.

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

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

Дата поступления: 02.10.2023 / Дата принятия к печати: 24.10.2023 / Дата публикации: 05.11.2023

Igor V. Bukhtiyarov<sup>1,2</sup>, Maria S. Bryleva<sup>1</sup>, Kristina V. Betts<sup>1</sup>, Galina I. Tikhonova<sup>1</sup>, Oleg O. Salagay<sup>3</sup>

## Socio-hygienic aspects of mortality of the working-age population of an industrial city in Eastern Siberia (on the example of Usolye-Sibirskoye, Irkutsk region)

<sup>1</sup>Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budyonnogo Ave., Moscow, 105275;

<sup>2</sup>I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), 8/2, Trubetskaya St., Moscow, 119991;

<sup>3</sup>Ministry of Health of the Russian Federation, 3, Rakhmanovsky Lane, Moscow, 127994

**Introduction.** For more than 80 years of its operation, JSC Usolekhimprom (Usolye-Sibirskoye, Irkutsk region) has released a significant amount of pollutants into the environment, such as mercury, lead, manganese, nickel, formaldehyde, phenols, etc. Despite the measures taken to rehabilitate the territory affected by the plant's activities, environmental pollution in Usolye-Sibirskoye remains a large-scale environmental problem and poses a threat to the city's population. Earlier it was found that the mortality rate of the population in the city exceeds similar indicators in comparison with the Irkutsk region and Russia in all age groups (child population, working age, older than working age). Scientists have established the maximum excess of the mortality rate among the working-age population.

**The study aims** to assess the hygienic and socio-economic situation in the territory of Usolye-Sibirskoye and determine its impact on the causes and mortality rates of the working-age population.

**Materials and methods.** Based on the official yearbooks of Roshydromet and reports of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Irkutsk region, the authors studied the state of the environment in Usolye-Sibirskoye for 2010–2019. The scientists analyzed information on the main indicators of socio-economic development according to analytical reports on the socio-economic situation in the municipality "Usolye-Sibirskoye" for 2010–2019, as well as based on information from the database of indicators of municipalities of the Irkutsk region (Irkutskstat). The authors studied the mortality rate of the working-age population according to forms C-51 "Number of deaths by sex, age and individual causes of death" and 2RN "Population by sex and age" for 2010–2019. Based on the data obtained, they calculated age-standardized mortality rates from the main classes of causes in accordance with the indicators averaged over 10 years. As a standard, the researchers adopted the age structure of the Russian population for 2010 in accordance with the census data. Standardization was carried out by the direct method.

**Results.** There is a severe environmental situation in Usolye-Sibirskoye is experiencing associated with man-made pollution of all components of the biosphere, including carcinogenic substances. When comparing mortality rates in Usolye-Sibirskoye with regional and average Russian values, experts revealed an excess of mortality rates from all studied classes of causes among both men and women. There is an extremely unfavorable situation in terms of mortality from infectious diseases (5 times and 7.3 times higher compared to Russia for men and women, respectively), including from HIV infection and tuberculosis, as well as causes of death related to alcohol, the prevalence of which is associated with the socio-economic instability of the city. It is possible to note high mortality rates from causes that have an etiological connection with the consequences of the production activities of the Usolekhimprom enterprise (from diseases of the nervous system, malignant neoplasms, liver diseases).

**Conclusion.** Sanitary and hygienic living conditions of the population of Usolye-Sibirskoye can be characterized by an extremely high level of contamination of all components of the biosphere with substances of hazard classes 1–2 and carcinogens. The unfavorable socio-economic situation due to the closure of the largest enterprise exacerbates the existing risks of premature mortality and leads to an increase in mortality from socially significant diseases. The working-age population is most vulnerable to these factors, since it is on it that the entire demographic burden falls.

**Ethics.** The study did not require the conclusion of the Ethics Committee.

**Keywords:** Usolye-Sibirskoye; technogenic pollution; mercury; mortality; working age

**For citation:** Bukhtiyarov I.V., Bryleva M.S., Betts K.V., Tikhonova G.I., Salagai O.O. Socio-hygienic aspects of mortality of the working-age population of an industrial city in Eastern Siberia (on the example of Usolye-Sibirskoye, Irkutsk region). *Med. truda i prom. ekol.* 2023; 63(10): 632–641. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2023-63-10-632-641> <https://elibrary.ru/quqaek> (in Russian)

**For correspondence:** Maria S. Bryleva, Researcher, Izmerov Research Institute of Occupational Health, Cand. of Sci. (Biol.). E-mail: [lms\\_18@mail.ru](mailto:lms_18@mail.ru)

**Author IDs:** Bukhtiyarov I.V. <https://orcid.org/0000-0002-8317-2718>

Bryleva M.S. <https://orcid.org/0000-0001-7997-979X>

Betts K.V. <https://orcid.org/0000-0002-2765-2856>

Tikhonova G.I. <https://orcid.org/0000-0002-1948-4450>

Salagai O.O. <https://orcid.org/0000-0002-4501-7514>

### Contribution:

*Bukhtiyarov I.V.* — research concept and design, editing of the article;

*Bryleva M.S.* — data collection, data analysis and interpretation, writing the article, editing of the article;

*Betts K.V.* — data analysis and interpretation, writing the article, editing of the article;

*Tikhonova G.I.* — data analysis and interpretation;

*Salagai O.O.* — research concept and design.

**Funding.** The study had no funding.

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

*Received:* 02.10.2023 / *Accepted:* 24.10.2023 / *Published:* 05.11.2023

**Введение.** Одной из наиболее актуальных проблем современной России является сохраняющийся крайне высокий уровень смертности населения трудоспособного возраста, что влечёт за собой колоссальные демографические и социально-экономические потери. Указанное обуславливает негативное влияние не только на продолжительность жизни населения, но и на обеспеченность общества

рабочей силой, демографическую нагрузку, производство и благосостояние населения.

В промышленных городах России взрослое население представляет собой значительную часть экономически активного населения страны, занятого в промышленности, в связи с чем вопросы сохранения трудовых ресурсов на данных территориях имеют особую социальную значимость.

ОАО «Усольехимпром» являлся крупнейшим производителем химической продукции, который располагался в городе Усолье-Сибирское Иркутской области. Комбинат, начавший свою работу в августе 1936 г., специализировался на нескольких видах химической продукции и был основным поставщиком хлора и каустической соды, которая производилась в том числе методом ртутного электролиза. За долгое время своей деятельности предприятие выбросило в окружающую среду значительное количество различных вредных веществ, включая ртуть, выбросы которой происходили в результате использования ртутных каталитических систем в процессах производства хлора и каустической соды; другие тяжёлые металлы, включая свинец, кадмий, марганец, никель; формальдегид, образующийся при производстве мочевины, фенолы и др.

В связи с техническими и экологическими проблемами, а также сокращением спроса на продукцию, производство на «Усольехимпром» было ликвидировано в 2017 г. в результате банкротства, после чего на производственных мощностях бывшего завода разместились коммерческие предприятия химической промышленности. Их деятельность сопряжена с выбросом в окружающую среду целого ряда загрязняющих веществ, нормативная очистка которых на действующих очистных сооружениях практически невозможна, т. к. требует модернизации производств. Действующие в настоящее время подходы к нормированию сброса загрязняющих веществ предусматривают более жёсткие показатели, чем были заложены в шестидесятые годы XX века при проектировании и строительстве очистных сооружений завода.

В настоящее время по распоряжению Президента России проводятся работы по ликвидации и реабилитации территории, затронутой деятельностью комбината [1]. Несмотря на проводимые меры по очистке и регулярный мониторинг, загрязнение окружающей среды ртутью и другими вредными веществами в г. Усолье-Сибирское остаётся значительной экологической проблемой и представляет угрозу для населения города.

В связи с этим, важным направлением исследований является анализ смертности населения от отдельных причин с учётом производственной специфики предприятия, связанным с его деятельностью, экологическим загрязнением и сложившейся вследствие ликвидации предприятия социально-экономической ситуацией.

В предыдущей работе был проведён анализ стандартизованных показателей смертности от всех причин в совокупности населения г. Усолье-Сибирское в трёх возрастных группах: детское население, население трудоспособного возраста и население старше трудоспособного возраста [2]. Было установлено, что в городе регистрировались более высокие показатели и более медленные темпы их снижения по сравнению с Иркутской областью и страной в целом. При этом было показано, что максимальное превышение показателя отмечается среди населения трудоспособного возраста, как среди мужчин, так и среди женщин: на 28% и 37%, соответственно, выше регионального и в 1,8 и 2,2 раза выше общероссийского уровня смертности.

**Цель исследования** — оценить гигиеническую и социально-экономическую ситуацию на территории г. Усолье-Сибирское и определить её влияние на причины и уровни смертности населения трудоспособного возраста.

**Материалы и методы.** Состояние окружающей среды изучалось на основе ежегодников Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

(Росгидромет), и отчётов Министерства природных ресурсов и экологии Иркутской области за 2010–2019 гг. Информация об уровне и основных показателях социально-экономического развития анализировалась по данным Аналитических отчётов о социально-экономической ситуации в муниципальном образовании «город Усолье-Сибирское» за 2010–2019 гг., а также на основе информации Базы данных показателей муниципальных образований Иркутской области (Иркутскстат).

Смертность населения трудоспособного возраста изучалась по данным Федеральной службы государственной статистики (таблица С-51 «Числа умерших по полу, возрасту и отдельным причинам смерти») и 2РН «Численность населения по полу и возрасту». Период исследования составил 10 лет (с 2010 по 2019 гг.), до начала пандемии COVID-19, поскольку пандемия существенно изменила структуру причин и уровни смертности населения.

Смертность мужского и женского населения трудоспособного возраста изучена от основных классов причин в соответствии с МКБ-10:

- Все причины (A00–Y98).
- Некоторые инфекционные и паразитарные болезни (A00–B99), в т. ч. туберкулёз (A15–A19), ВИЧ-инфекция (B20–B24).
- Злокачественные новообразования (C00–C97).
- Болезни нервной системы (G00–G99).
- Болезни системы кровообращения (I00–I99).
- Болезни органов дыхания (J00–J99).
- Болезни органов пищеварения (K00–K93), в т. ч. болезни печени (K70–K77).
- Внешние причины смерти (V01–Y98).
- Прочие причины смерти.

Были рассчитаны стандартизованные по возрасту коэффициенты смертности от основных классов причин по усредненным за 10 лет данным (2010–2019 гг.) по формуле:

$$K^{ст} = \sum m_x \times w_x^s \quad (1),$$

где  $m_x$  — коэффициент смертности в возрасте « $x$ » лет;  $w_x^s$  — доля лиц в возрасте « $x$ » в населении, принятом за стандарт.

За стандарт была принята возрастная структура населения России за 2010 г. (перепись населения 2010 г.). Стандартизация проводилась прямым методом.

**Результаты и обсуждение. Состояние экологии в г. Усолье-Сибирское.** Необходимо отметить, что анализ экологической ситуации отражает состояние до 2020 г., когда было подписано распоряжение Президента о создании межведомственной рабочей группы по обеспечению предупреждения и устранения загрязнения окружающей среды на территории городского округа г. Усолье-Сибирское Иркутской области [1].

На протяжении периода с 2010 по 2019 гг. в г. Усолье-Сибирское наблюдалась неблагоприятная экологическая обстановка. Как уже было отмечено, особую обеспокоенность вызывает загрязнение объектов окружающей среды ртутью, которое связано с деятельностью предприятия «Усольехимпром». Ртуть обладает высоким уровнем токсичности и является кумулятивным ядом 1 класса опасности. Летучесть ртути, её сродство к серосодержащим соединениям, способность образовывать стойкие метилированные соединения и возможность восстанавливаться до металла из этих соединений определяют высокую миграционную подвижность ртути в биосфере и накопление во всех её компонентах: атмосфере, воде и почве [3].

В геохимических циклах ртути большую роль играет её атмосферный перенос. Поступление ртути из техногенных источников в атмосферу приводит не только к повышению её концентрации в воздухе, но и к поглощению её объектами природной и городской среды: почвой, листьями деревьев, конструктивами зданий [4]. Выпадение ртути с атмосферными осадками приводит к тому, что большая часть ртути осаждается в озёрах и других водных объектах. Ртуть способна биоаккумулироваться по пищевым цепям водных и наземных экосистем. Особенно опасное концентрирование металла происходит в следующей цепи: вода — донные отложения — биота — рыбы [5]. Соли двухвалентной ртути поглощаются водными организмами и удерживаются в тканях главным образом в виде метилртути. При этом важно отметить, что растворимые органические соединения ртути гораздо более токсичны по сравнению с её минеральными формами. Неорганические соединения двухвалентной ртути всасываются в ЖКТ в пределах 10%, а органические усваиваются почти полностью (90%) [6]. Загрязнение почвы ртутью происходит, как правило, вблизи ртутных месторождений, при попадании промышленных отходов, пестицидов, использовании загрязнённых вод для орошения.

**Загрязнение ртутью в городе.** В г. Усолье-Сибирское были обнаружены превышения ПДК ртути в ряде исследованных объектов окружающей среды. На входном створе Братского водохранилища (р. Ангара) максимальные разовые концентрации ртути достигали 2 ПДК. В 1,5 км ниже сброса сточных вод «Усольехимпром» средняя за год концентрация ртути составляла 1,1 ПДК, а максимальные значения достигали 2 ПДК. Средняя концентрация ртути в р. Иркут (крупной реке, которая протекает через г. Усолье-Сибирское) была обнаружена на уровне 0,012 мг/л, что превышало предельно допустимую концентрацию для водных объектов в 24 раза. Также было установлено устойчивое загрязнение грунтовых вод площадью 36 км<sup>2</sup> с повышенным содержанием ртути (1–4 ПДК) на всей территории Ангаро-Бельского междуречья. Вблизи бывшего цеха ртутного электролиза в зимний период концентрация ртути достигала 0,014 мг/л (28 ПДК).

В почвах под промышленной площадкой цеха ртутного электролиза «Усольехимпром» образовались техногенные месторождения, содержащие порядка 500 т ртути [7]. Также были выявлены превышения ПДК ртути в почвах в некоторых районах г. Усолье-Сибирское от 1,2 до 1,5 ПДК, в частности, на территории городского поселения Усолье-Сибирское (зона «Климовский-1») обнаружены значения ртути в почвах, превышающие ПДК в 4,4 раза.

**Загрязнение прочими вредными веществами в городе.** Помимо загрязнения ртутью тяжёлая экологическая ситуация в г. Усолье-Сибирское обусловлена загрязнением биосферы целым рядом веществ 1–3 классов опасности. Значительную опасность представляет загрязнение тяжёлыми металлами, основной депонирующей средой для которых выступает почва. В почвах были зарегистрированы превышения содержания тяжёлых металлов по свинцу до 2,9 ПДК, марганцу до 3 ПДК, содержание никеля в различных видах почв достигало 2,6–7 ОДК, концентрации меди в пробах варьировали от 0,03 до 1,9 ОДК [7].

Наиболее тяжёлые экологические последствия связаны с подвижными формами тяжёлых металлов, поскольку они легко переходят из почвы в воду, а также в растения через корневую систему. Концентрация подвижных

форм тяжёлых металлов превышала допустимое значение только по свинцу, среднее значение составило 1,7 ПДК, максимальное — 4,9 ПДК. Среднее значение содержания сульфатов в исследованных образцах превышало ПДК в 5,3 раза. В целом, оценка загрязнения почв по показателю фоновых массовых долей составляла 4,8, а по унифицированному показателю загрязнения почв металлами — 4,2, что соответствует «умеренному» уровню загрязнения территории.

Для поверхностных вод непосредственно в городе и окрестностях г. Усолье-Сибирское, помимо загрязнения ртутью, характерно наличие целого спектра загрязняющих веществ: легкоокисляемые органические вещества, взвешенные вещества, сульфаты, хлориды, нитраты, азот аммонийный, медь, цинк, нефтепродукты, фенолы, цианиды, фтор, толуол и др. Значительный объём валового сброса в водные объекты бассейна р. Ангара представляют сточные воды предприятия «Усольехимпром». Превышения средних допустимых концентраций фиксировались для фенола (до 3 ПДК), органических веществ по ХПК (до 1,6 ПДК), марганца (2,6 ПДК). Подземные воды вблизи объектов «Усольехимпром» характеризовались высоким содержанием железа, аммония и марганца, концентрации этих компонентов превышали ПДК в десятки и сотни раз, а содержание свинца достигало 11 ПДК [7].

**Загрязнение атмосферного воздуха в городе.** Загрязнение атмосферного воздуха было значительно более выражено, уровень загрязнения оценивается как «очень высокий». По данным отчётов Росгидромета за 2010–2021 гг. в атмосферном воздухе регистрировались превышения нормативных показателей по бенз(а)пирену, формальдегиду, фенолу, взвешенным веществам, оксидам серы, оксидам углерода и оксидам азота [8]. Максимальные концентрации достигали по оксиду углерода 2,2 ПДК, диоксиду азота — 1,4 ПДК, взвешенным веществам — 1,2 ПДК.

Особую обеспокоенность вызывает наличие в атмосферном воздухе высоких концентраций канцерогенных веществ: бенз(а)пирена, относящегося к 1 классу опасности, и формальдегида, относящегося ко 2 классу опасности. По данным Росгидромета за период с 2010 по 2019 гг. в г. Усолье-Сибирское среднегодовые концентрации формальдегида составляли 1,1–4,3 ПДК, бенз(а)пирена — 10,1 ПДК, а среднемесячные концентрации достигали 14–49 ПДК до 8 раз в год [8]. Основным источником поступления бенз(а)пирена в атмосферный воздух в г. Усолье-Сибирское является автотранспорт — через город проходит федеральная трасса Р-255 «Сибирь», по которой ежедневно транзитом следуют около 20 тыс. автомобилей.

Таким образом, в городе наблюдается тяжёлая экологическая обстановка, связанная с техногенным загрязнением всех компонентов биосферы. Наблюдается загрязнение тяжёлыми металлами почвы и воды, а также очень высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха, в т. ч. канцерогенными веществами. Указанное негативно влияет на состояние здоровья населения во всех возрастных группах.

**Смертность населения трудоспособного возраста в г. Усолье-Сибирское.** Как было отмечено ранее, в г. Усолье-Сибирское отмечается крайне неблагоприятная демографическая ситуация: уровни смертности во всех возрастных группах превышали таковые по стране в целом [2]. Наиболее значительное превышение смертности отмечено для населения трудоспособного возраста.

Уровень смертности для мужского населения составил 143,7 на 100 тыс., что на 28,1% выше, чем в Иркутской области и в 1,8 раза выше, чем в России. Для женского населения показатель составил 49,5 на 10 тыс., что также было выше по сравнению с Иркутской областью и Россией на 37,5% и 2,2 раза соответственно.

Анализ структуры причин смерти от естественных причин населения трудоспособного возраста в г. Усолье-Сибирское и двух регионах сравнения (Иркутская область и Россия в целом), показал, что основной причиной смерти как среди мужчин, так и среди женщин являются болезни системы кровообращения (БСК), доля которых составляет примерно треть в общей структуре для мужчин и четверть для женщин.

Второе ранговое место среди естественных причин смерти в г. Усолье-Сибирское занимают некоторые инфекционные и паразитарные болезни (ИиПБ), их доля была 15,4% и 23,8% у мужчин и женщин соответственно. В Иркутской области их доля также высока и составляла 11,0% у мужчин и 15,2% у женщин, в то время как в России на данный класс причин смерти приходилось 5–7%, и они занимают 4 ранговое место.

Третье ранговое место в структуре причин смерти трудоспособного возраста в г. Усолье-Сибирское занимают злокачественные новообразования (ЗН), их доля была ниже по сравнению с Иркутской областью и Россией и составляла 8,3% для мужского населения и 14,9% для женского. В России злокачественные новообразования являются второй по значимости естественной причиной смерти среди населения трудоспособного возраста после БСК. Четвёртое и пятое ранговые места (4–6%) для обоих полов в г. Усолье-Сибирское заняли болезни органов пищеварения и болезни органов дыхания.

Анализ стандартизованных по возрасту коэффициентов смертности показал, что для трудоспособного населения г. Усолье-Сибирское, как и для России в целом, характерны значительно более высокие уровни смертности среди мужчин: стандартизованный показатель составил в среднем за 2010–2019 гг. от всех причин в совокупности 143,7 на 10 тыс. мужчин трудоспособного возраста, что в 2,9 раза выше, по сравнению с женщинами (49,5 на 10 тыс.).

При сравнении уровней смертности в г. Усолье-Сибирское с региональным и среднероссийским значением выявлено превышение показателей смертности от основных классов причин как среди мужчин, так и среди женщин (*рис. А*).

В приложении представлены стандартизованные коэффициенты смертности населения трудоспособного возраста от отдельных причин смерти (на 10 тыс. лиц) в г. Усолье-Сибирское, в Иркутской области и России, а также их соотношение отдельно для мужчин (*приложение 1*) и женщин (*приложение 2*).

**Болезни системы кровообращения.** Стандартизованный по возрасту показатель смертности от БСК среди мужского населения трудоспособного возраста в г. Усолье-Сибирское составлял 47,0 на 10 тыс. мужчин в возрасте 15–59 лет, что примерно на 35% выше по сравнению с Иркутской областью и в 1,8 раза выше среднероссийского значения (*рисунок*). Для женского населения трудоспособного возраста показатель смертности от БСК составил 13,3 на 10 тыс., что также было выше по сравнению с регионом и Россией в 1,5 раза и в 2,4 раза соответственно.

**Инфекционные и паразитарные болезни.** В г. Усолье-Сибирское наблюдалась неблагоприятная ситуация

по смертности от инфекционных заболеваний. Уровень смертности от данного класса среди мужчин трудоспособного возраста был в 1,8 раз выше, чем в среднем по Иркутской области и более чем в 5 раз выше, чем в России. При этом 35,6% смертей от данного класса причин произошли по причине ВИЧ-инфекции и 47,0% вследствие туберкулёза. Уровни смертности от данных причин превышали среднее значение по стране в 5,2 и 5,4 раза соответственно (*рис. Б*).

Обращает внимание, что среди женского населения наблюдается ещё более неблагоприятная ситуация. Уровень смертности женщин трудоспособного возраста от класса ИиПБ был более чем в 2 раза выше, чем в Иркутской области и в 7,3 раза выше, чем в России. При этом у женщин большую часть смертей от данного класса причин составляли смерти от ВИЧ-инфекции (62,2%) и 32,9% приходилось на туберкулёз (*рис. Б*).

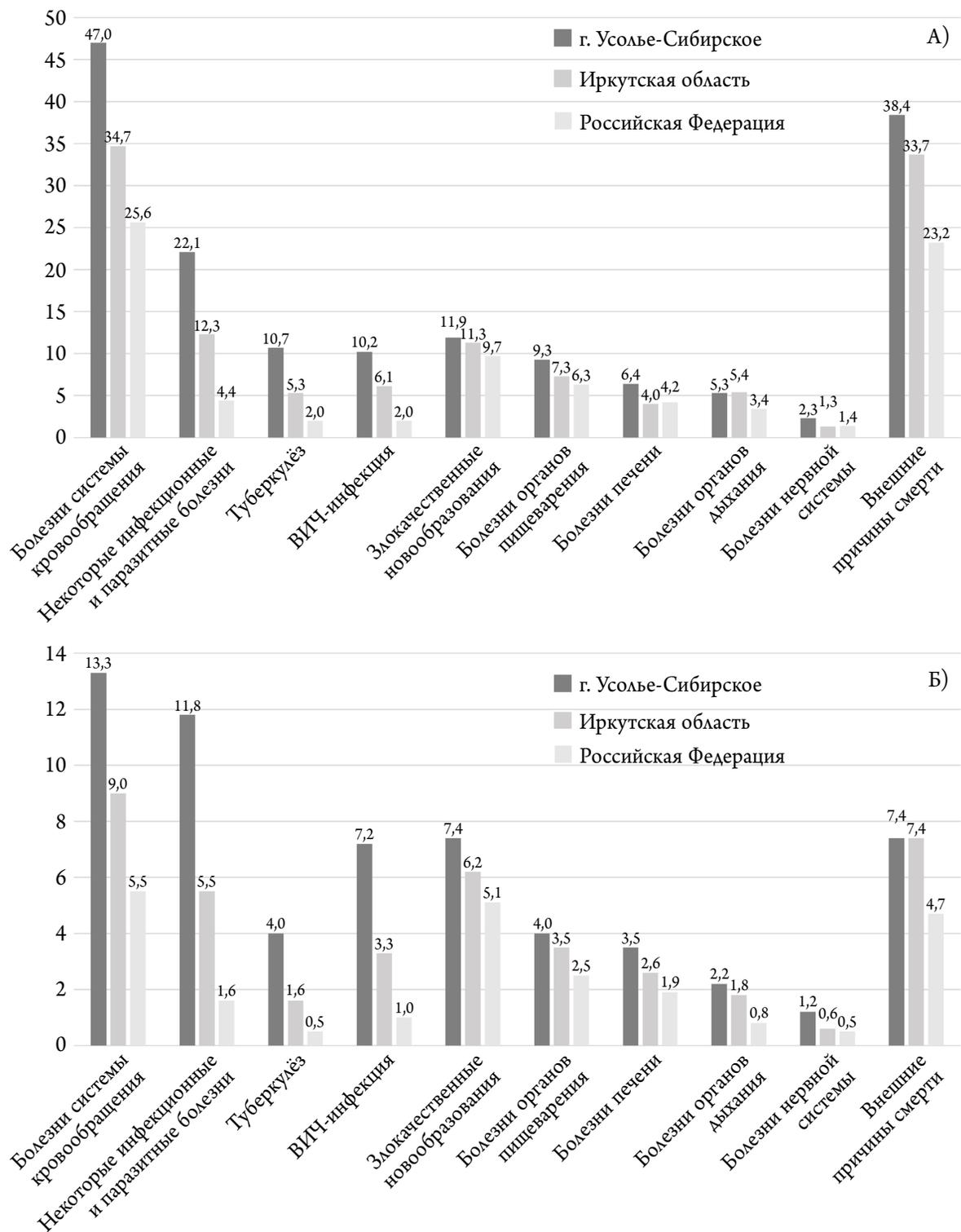
Распространённость инфекционных заболеваний, в особенности ВИЧ-инфекции и туберкулёза, во многом связана с социальной и экономической нестабильностью региона проживания. В средних и малых промышленных городах закрытие производства имеет очень тяжёлые социальные последствия, связанные с потерей работы, снижением уровня жизни населения, и как следствие его маргинализацией [9, 10].

По данным Аналитических отчётов о социально-экономической ситуации в МО г. Усолье-Сибирское за 2010–2019 гг. в числе основных проблем названы высокая степень износа основных фондов коммунального хозяйства и социальной сферы, низкий уровень доходов населения, наличие задолженности по выплате заработной платы работникам организаций города. За изучаемый период уровень доходов ни разу не превысил 3 величины прожиточного минимума (ВПМ), в то время как в Иркутской области и России по данным Росстат он составлял 4,1–5,1 ВПМ. С 2012 по 2016 гг. отмечено массовое сокращение работников предприятий города и связанный с этим рост безработицы (с 0,83% в 2012 г. до 1,17% в 2016 г.). При этом на рынке труда города преобладали вакансии с минимальным размером оплаты труда. Предлагаемые вакансии не требуют специальной подготовки (в основном дворники, санитарки, подсобные рабочие), достаточно трудоёмки, но низкооплачиваемы [11].

Распространённость ВИЧ-инфекции и других инфекционных заболеваний во многом связаны с проблемой наркомании. Низкий уровень экономических, бытовых условий, высокий уровень преступности являются факторами риска употребления наркотиков. По данным Роспотребнадзора в г. Усолье-Сибирское наблюдается один из самых высоких в Иркутской области уровней первичной заболеваемости наркоманией, который возрастал из года в год: в 2017 г. показатель составил 28,8 на 100 тыс., увеличившись более чем в 2 раза по сравнению с предыдущим годом (13,1 на 100 тыс.) [12].

Большой социально значимой проблемой является и употребление алкоголя. В исследованиях [13, 14] показано, что падение уровня жизни и бедность приводят к росту заболеваемости алкоголизмом и смертности от причин, связанных с употреблением алкоголя.

В г. Усолье-Сибирском стандартизованный коэффициент смертности мужского населения трудоспособного возраста от причин, ассоциированных с алкоголем, составлял 14,7 на 10 тыс., что в 2,5 раза выше по сравнению с Иркутской областью и в 2,3 раза выше по сравнению с Россией.



**Рисунок. Стандартизованные коэффициенты смертности от отдельных естественных причин смерти мужского (А) и женского (Б) населения трудоспособного возраста в г. Усолье-Сибирское, Иркутской области и РФ в целом на 10 тыс. лиц, 2010–2019 гг.**  
**Figure. Standardized mortality rates from certain natural causes of death of male (A) and female (B) working-age population in Ussulye-Sibirskoye, Irkutsk region and the Russian Federation as a whole per 10 thousand persons, 2010–2019.**

Для женского населения трудоспособного возраста также регистрируются крайне высокие уровни смертности от группы причин, связанных с алкоголем. Стандартизованный коэффициент составлял 5,0 на 10 тыс. и превышал средний по региону в 2,4 раза, средний по стране — в 2,8 раз.

Употребление алкоголя является одной из детерминант широкого круга соматических заболеваний (сердечно-сосудистые болезни, цирроз печени, дегенерация нервной системы), психоневрологических расстройств (расстройств, обусловленные употреблением алкоголя, алкогольные

психозы), а также смертности от внешних причин. В связи с чем, для более полного понимания ситуации в дальнейших работах необходимо дополнительно исследовать смертность от ведущих классов причин за исключением тех из них, которые связаны с употреблением алкоголя. Кроме того, смертность от причин, связанных с алкоголем, имеет временные лаги как минимум в 2–3 года после значимых социально-экономических событий, что также должно быть учтено в дальнейших исследованиях [13, 14].

**Злокачественные новообразования.** В г. Усолье-Сибирское наблюдались достаточно высокие уровни смертности от ЗН как среди мужчин, так и среди женщин, что может быть связано со значительным техногенным загрязнением окружающей среды канцерогенными веществами (никель, кобальт, свинец, бенз(а)пирен, формальдегид). Стандартизованный показатель смертности от класса ЗН среди мужского населения трудоспособного возраста г. Усолье-Сибирское составил 11,9 на 10 тыс., что незначительно (на 5,3%) превышало уровень по Иркутской области и на 22,7% превышало уровень в среднем по России. Для женского населения уровень смертности от ЗН составил 7,4 на 100 тыс., что почти на 20% выше, чем в Иркутской области и в 1,5 раза выше, чем в России.

**Болезни органов пищеварения.** Уровни смертности от болезней органов пищеварения для обоих полов в г. Усолье-Сибирское также превышали значения по региону и стране в целом. В среднем за 8 лет стандартизованный показатель для мужского населения трудоспособного возраста составил 9,3 на 10 тыс., что на 27,4% выше, чем в Иркутской области и в 1,5 раза выше, чем в России. Среди женского населения трудоспособного возраста также наблюдались более высокие уровни смертности по сравнению с Иркутской областью — на 14,3% и в 1,6 раза выше, чем в России.

Значительную роль в формировании смертности от данного класса причин играют экологические факторы. Загрязнение окружающей среды, в особенности тяжёлыми металлами приводит к развитию патологии органов пищеварения, поскольку они, во-первых, являются входными воротами при поступлении металлов в организм любыми путями (с водой, пищей, вдыхаемом воздухом), а во-вторых, участвуют в резорбции и выведении металлов из организма [15, 16, 17, 18, 19]. Тяжёлые металлы относятся к классу тиоловых ядов, для которых органом-мишенью является печень. Главным патогенетическим механизмом их воздействия является нарушение морфофункциональной целостности гепатобилиарно-панкреатического комплекса, что может быть причиной развития различных нарушений печени, хронических токсических гепатитов, язвенной болезни желудка и др. [19]. Уровень смертности от болезней печени среди мужчин трудоспособного возраста был в 1,6 раза выше как по сравнению с Иркутской областью, так и с Россией. Среди женского населения показатели также были выше в 1,4 и 1,8 раза соответственно.

**Болезни органов дыхания.** Смертность от болезней органов дыхания среди мужчин трудоспособного возраста в г. Усолье-Сибирское находилась примерно на уровне региона, коэффициенты составили 5,3 и 5,4 на 10 тыс. соответственно, однако превышали среднее значение по стране в 1,6 раза. Для женского населения превышение наблюдалось как по сравнению с Иркутской областью на 22,2%, так и с Россией в 2,8 раз.

**Болезни нервной системы.** Отдельное внимание необходимо уделить высоким уровням смертности от болезней

нервной системы, поскольку ртуть обладает выраженным нейротоксическим действием [4]. При ингаляционном поступлении паров металлической ртути первичным органом-мишенью выступает головной мозг [20]. Длительное воздействие ртути также вызывает нарушения центральной и периферической нервной системы, почек и других органов [21].

Стандартизованный показатель смертности от болезни нервной системы составил среди мужчин трудоспособного возраста 2,3 на 10 тыс., что более чем на 70% превышало уровень по Иркутской области и России в целом. Для женщин превышение было ещё более выраженным: в 1,9 раз по сравнению с регионом и в 2,4 раз выше по сравнению с Россией.

**Внешние причины смерти.** Значительный вклад в преждевременную смертность среди мужчин трудоспособного возраста вносит смертность от внешних причин. Данная проблема характерна для многих регионов России и соответственно для страны в целом [22]. Однако в г. Усолье-Сибирское показатель смертности от данного класса причин был особенно высоким (38,4 на 10 тыс. мужчин трудоспособного возраста), что выше, чем в Иркутской области на 13,9% и в 1,7 раз выше, чем в России.

Для женского населения уровень смертности от внешних причин является менее значимой проблемой, показатель смертности среди женщин трудоспособного возраста был в 5 раз ниже, чем у мужчин, и составил 7,4 на 10 тыс. женского населения трудоспособного возраста, что соответствует показателю в среднем по региону и в 1,6 раза превышает среднероссийский показатель.

Причины высоких уровней смертности от травм, наряду с внешними факторами, такими как климатические особенности и безопасность окружающей среды, во многом связаны с уровнем социально-экономического развития, включающим состояние системы здравоохранения (профилактика и лечение заболеваний, которые могут привести к внешним причинам смерти; летальность от воздействия внешних факторов), безопасность инфраструктуры, качество работы правоохранительных органов, образование, стимулирование населения к ЗОЖ и пр. Помимо этого смертность от внешних причин также имеет значительную обусловленность негативными поведенческими факторами (в том числе употреблением алкоголя).

**Ограничение исследования.** Относительно короткий период наблюдения, неполнота данных о численности населения трудоспособного возраста ввиду значительного миграционного процесса.

#### **Выводы:**

1. Санитарно-гигиенические условия жизни населения г. Усолье-Сибирское характеризуются крайне высоким уровнем загрязнения всех компонентов биосферы, в том числе веществами 1–2 классов опасности и канцерогенами, что представляет значительную угрозу для здоровья населения всех возрастных групп.

2. В г. Усолье-Сибирское наблюдаются более высокие уровни смертности населения трудоспособного возраста не только по сравнению с Россией в целом, но и с Иркутской областью, где сконцентрировано значительное количество предприятий цветной металлургии, добывающей, деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной и химической промышленности, для которых также характерно значительное антропогенное загрязнение. Высокие уровни смертности отмечены от причин, имеющих этиологическую связь с последствиями производственной деятельности

предприятия, в т. ч. ртутным загрязнением: от болезней нервной системы, злокачественных новообразований, болезней органов пищеварения.

3. Сложившаяся в городе неблагоприятная социально-экономическая ситуация вследствие закрытия крупнейшего предприятия усугубляет имеющиеся риски преждевременной смертности и приводит к росту смертности от социально-значимых заболеваний, таких как ВИЧ-инфекция,

туберкулёз, травмы, а также от причин, связанных с употреблением алкоголя.

4. Для сохранения здоровья населения и создания благоприятных условий для жизни и труда необходим комплексный подход, включающий наряду с ликвидацией последствий деятельности предприятия «Усольехимпром» и улучшением экологической обстановки развитие социально-экономической сферы и повышение уровня жизни населения.

## Приложение 1 / Application 1

**Стандартизованные коэффициенты смертности мужчин трудоспособного возраста от отдельных причин смерти (на 10 000 лиц) в г. Усолье–Сибирское, в Иркутской области и в РФ, а также их соотношение, 2010–2019 гг. Standardized mortality rates of men of working age from individual causes of death (per 10,000 persons) in the city of Usolye–Sibirskoeye, in the Irkutsk region and in the Russian Federation, as well as their ratio, 2010–2019**

Причина смерти, код МКБ–10		Мужчины, 15–59 лет			Соотношение показателей	
		г. Усолье–Сибирское	Иркутская область	Российская Федерация	г. Усолье–сибирское / Иркутская область	г. Усолье–сибирское / Российская Федерация
Все причины	A00–Y98	143,7	112,2	80,0	1,28	1,79
Некоторые инфекционные и паразитарные болезни в т. ч.	A00–B99	22,1	12,3	4,4	1,79	5,02
Туберкулез	A15–A19	1,07	0,53	0,20	2,04	5,38
ВИЧ-инфекция	B20–B24	1,02	0,61	0,20	1,68	5,17
Злокачественные новообразования	C00–C97	11,9	11,3	9,7	1,05	1,23
Болезни нервной системы	G00–G99	0,23	0,13	0,14	1,87	1,72
Болезни системы кровообращения	I00–I99	47,0	34,7	25,6	1,35	1,84
Болезни органов дыхания	J00–J99	5,3	5,4	3,4	0,98	1,56
Болезни органов пищеварения в т. ч.	K00–K93	9,3	7,3	6,3	1,27	1,48
Болезни печени	K70–K77	0,64	0,40	0,42	1,58	1,52
Внешние причины смерти	V01–Y98	38,4	33,7	23,2	1,14	1,66
Прочие причины смерти		9,47	7,37	7,26	1,28	1,30

## Приложение 2 / Application 2

**Стандартизованные коэффициенты смертности женщин трудоспособного возраста от отдельных причин смерти (на 10 000 лиц) в г. Усолье–Сибирское, в Иркутской области и в РФ, а также их соотношение, 2010–2019 гг. Standardized mortality rates of women of working age from individual causes of death (per 10,000 persons) in the city of Usolye–Sibirskoeye, in the Irkutsk region and in the Russian Federation, as well as their ratio, 2010–2019**

Причина смерти, код МКБ–10		Мужчины, 15–59 лет			Соотношение показателей	
		г. Усолье–Сибирское	Иркутская область	Российская Федерация	г. Усолье–сибирское / Иркутская область	г. Усолье–сибирское / Российская Федерация
1	2	3	4	5	6	7
Все причины	A00–Y98	49,5	36,0	22,7	1,38	2,18
Некоторые инфекционные и паразитарные болезни в т. ч.	A00–B99	11,8	5,5	1,6	2,15	7,38
Туберкулез	A15–A19	0,40	0,16	0,05	2,43	8,54
ВИЧ-инфекция	B20–B24	0,72	0,33	0,10	2,18	7,55

**Стандартизованные коэффициенты смертности женщин трудоспособного возраста от отдельных причин смерти (на 10 000 лиц) в г. Усолье–Сибирское, в Иркутской области и в РФ, а также их соотношение, 2010–2019 гг. Standardized mortality rates of women of working age from individual causes of death (per 10,000 persons) in the city of Usolye–Sibirskoye, in the Irkutsk region and in the Russian Federation, as well as their ratio, 2010–2019**

1	2	3	4	5	6	7
Злокачественные новообразования	C00–C97	7,4	6,2	5,1	1,19	1,45
Болезни нервной системы	G00–G99	0,12	0,06	0,05	1,90	2,34
Болезни системы кровообращения	I00–I99	13,3	9,0	5,5	1,48	2,42
Болезни органов дыхания	J00–J99	2,2	1,8	0,8	1,22	2,75
Болезни органов пищеварения в т. ч.	K00–K93	4,0	3,5	2,5	1,14	1,60
Болезни печени	K70–K77	0,35	0,26	0,19	1,36	1,82
Внешние причины смерти	V01–Y98	7,4	7,4	4,7	1,00	1,57
Прочие причины смерти		3,28	2,54	2,45	1,29	1,34

### Список литературы

- Распоряжение Президента Российской Федерации от 30.07.2020 г. № 189-рп «О мерах по предупреждению и устранению загрязнения окружающей среды на территории городского округа г. Усолье-Сибирское Иркутской области».
- Бухтияров И.В., Салагай О.О., Тихонова Г.И., Чуранова А.Н., Горчакова Т.Ю. Социально-гигиенические проблемы и смертность населения после ликвидации градообразующего предприятия по производству химически опасных веществ (на примере Г. Усолье-Сибирское Иркутской области). *Медицина труда и промышленная экология*. 2021; 61(12): 768–780. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-12-768-780> <https://elibrary.ru/jonnwj>
- Гордеева О.Н., Белоголова Г.А., Андрулайтис Л.Д. Биогеохимические особенности миграции ртути в системе «Почва – растение» Южного Прибайкалья. *Известия Иркутского государственного университета. Серия: Биология. Экология*. 2012; 3: 23–32. <https://elibrary.ru/pusepr>
- Ракитский В.Н., Синицкая Т.А., Скупневский С.В. Современные проблемы загрязнения ртутью окружающей среды (обзор литературы). *Гигиена и санитария*. 2020; 99(5): 460–467. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-5-460-467>
- Eunhee Na, Niladri Basu, Stephan Bose-O'Reilly, José G. Dórea, Emeir McSorley, Mineshi Sakamoto, Hing Man Chan. Current progress on understanding the impact of mercury on human health. *Environmental Research*. 2017; 152: 419–433. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.06.042>
- Илларионова Е.А., Сыроватский И.П. *Химико-токсикологический анализ тяжелых металлов: учебное пособие*. Иркутск: ИГМУ. 2016.
- Государственные доклады «О состоянии и об охране окружающей среды в Иркутской области», 2010–2019 гг. <https://irkobl.ru/region/ecology/doklad/>
- Росгидромет. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации, 2010–2019 гг. <https://www.meteorf.gov.ru/product/infomaterials/90/>
- Федорова А.Э. Влияние реструктуризации градообразующего предприятия на социально-трудовую сферу моногорода. *Уровень жизни населения регионов России*. 2014; 4(194): 65–72. <https://elibrary.ru/thjpyf>
- Рошина И.В. Влияние градообразующего предприятия на социально-трудовую сферу монопрофильного муниципального образования. *Известия БГУ*. 2013; 3: 25–29. <https://elibrary.ru/omfkr>
- Социально-экономическое развитие. Официальный сайт администрации города Усолье-Сибирское. <https://clck.ru/36CpNu>
- Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Иркутской области в 2018 году».
- Шестаков М.Г. Алкоголизм как маркер социально-экономических проблем общества. *Социальные аспекты здоровья населения*. 2010; 2(14): 5. <https://elibrary.ru/mqpxhl>
- Федотов А.А. Влияние бедности на распространение алкоголизма и наркомании в регионах России. *Экономика и бизнес: теория и практика*. 2018; 12(2): 170–174. <https://doi.org/10.24411/2411-0450-2018-10283>
- Галимова А.Р., Тунакова Ю.А. Поступление, содержание и воздействие высоких концентраций металлов в питьевой воде на организм. *Вестник Казанского технологического университета*. 2013; 16(20): 165–169.
- Здольник Т.Д. Токсическое действие соединений металлов на функцию пищеварения при разных путях поступления. *Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова*. 2012; 3: 58–63.
- Черных Н.А., Баева Ю.И. (2004). Тяжёлые металлы и здоровье человека. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности*. 2004; 1: 125–134.
- Сакиев К.З., Батырбекова Л.С. Влияние факторов окружающей среды на состояние гепатобилиарной системы населения, проживающего в экологически неблагоприятных регионах. *Медицина и экология*. 2015; 4(77): 8–15.
- Бойко И.Б., Попова Н.Г. Показатели литидного обмена как экологические критерии оценки и профилактики ранних проявлений атеросклероза у лиц, контактирующих пестицидами: *Метод. Рекомендации*. Ташкент, 1984.
- Aschner M., Aschner J.L. Mercury neurotoxicity: mechanisms of bloodbrain barrier transport. *Neurosci Biobehav Rev*. 1990; 14(2): 169–76. [https://doi.org/10.1016/s0149-7634\(05\)80217-9](https://doi.org/10.1016/s0149-7634(05)80217-9)

21. Clarkson T.W., Rothstein A., Sutherland R. The mechanism of action of mercurial diuretics in rats; the metabolism of 203hg-labelled chlormerodrin. *Br J Pharmacol Chemother.* 1965; 24(1): 1–13. <https://doi.org/10.1111/j.1476-5381.1965.tb02075.x>
22. Тихонова Г.И., Чуранова А.Н., Горчакова Т.Ю. Условия труда и смертность мужчин трудоспособного возраста в регионах России. *Медицина труда и промышленная экология.* 2017; (9): 192–192.

### References

- Decree of the President of the Russian Federation dated July 30, 2020 No. 189-rp "On measures to prevent and eliminate environmental pollution in the urban district of Usolye-Sibirskoye, Irkutsk Region" (in Russian).
- Bukhtiyarov I.V., Salagai O.O., Tikhonova G.I., Churanova A.N., Gorchakova T.Yu. Social and hygienic problems and mortality of the population after the liquidation of a city-forming enterprise for the production of chemically hazardous substances (on the example of Usolye-Sibirskoye, Irkutsk region). *Med. truda i prom. ekol.* 2021; 61(12): 768–780. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-12-768-780> (in Russian).
- Gordeeva O.N., Belogolova G.A., Andrulaitis L.D. Biogeochemical features of mercury migration within Soil-Plant system of the Southern Baikal region. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Biologiya. Ehkologiya.* 2012; 3: 23–32. <https://elibrary.ru/pusepr> (in Russian).
- Rakitskii V.N., Synitskaya T.A., Skupnevskii S.V. Current issues of environmental mercury pollution (review). *Gigiena i sanitariya.* 2020; 99(5): 460–467. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-5-460-467> (in Russian).
- Eunhee Ha, Niladri Basu, Stephan Bose-O'Reilly, José G. Dórea, Emeir McSorley, Mineshi Sakamoto, Hing Man Chan. Current progress on understanding the impact of mercury on human health. *Environmental Research.* 2017; 152: 419–433. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.06.042>
- Illarionova E.A., Syrovatsky I.P. *Chemical-toxicological analysis of heavy metals: textbook.* Irkutsk: IGMU; 2016 (in Russian).
- State reports "On the state and protection of the environment in the Irkutsk region", 2010–2019. <https://irkobl.ru/region/ecology/doklad/> (in Russian).
- Roshydromet. Review of the state and pollution of the environment in the Russian Federation, 2010–2019 <https://www.meteorf.gov.ru/product/infomaterials/90/> (in Russian).
- Fedorova A.E. The impact of the restructuring of a city-forming enterprise on the social and labor sphere of a single-industry town. *Uroven' zhizni naseleniya regionov Rossii.* 2014; 4(194): 65–72. <https://elibrary.ru/thjpyf> (in Russian).
- Roshchina I.V. Influence of a city-forming enterprise on the social and labor sphere of a single-industry municipal entity. *Izvestia BGU.* 2013; 3: 25–29. <https://elibrary.ru/omfkr> (in Russian).
- Socio-economic development. Official website of the administration of the city of Usolye-Sibirskoe. <https://clck.ru/36CpNu> (in Russian).
- State report "On the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Irkutsk region in 2018" (in Russian).
- Shestakov M.G. Alcoholism as a marker of socio-economic problems of society. *Sotsial'nye aspekty zdorov'ya naseleniya.* 2010; 2(14): 5. <https://elibrary.ru/mqpxhl> (in Russian).
- Fedotov A.A. The influence of poverty on the spread of alcoholism and drug addiction in the regions of Russia. *Ehkonomika i biznes: teoriya i praktika.* 2018; 12(2): 170–174. <https://doi.org/10.24411/2411-0450-2018-10283> (in Russian).
- Galimova A.R., Tunakova Yu.A. Receipt, content and impact of high concentrations of metals in drinking water on the body. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta.* 2013; 16(20): 165–169. (in Russian).
- Zdolnik T.D. The toxic effect of metal compounds on the function of digestion in different ways of intake. *Rossiiskij mediko-biologicheskij vestnik imeni akademika I.P. Pavlova.* 2012; 3: 58–63. (in Russian).
- Chernykh N.A., Baeva Yu.I. (2004). Heavy metals and human health. Bulletin of the Peoples'. *Vestnik Rossijskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Ehkologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti.* 2004; 1: 125–134 (in Russian).
- Sakiev K.Z., Batyrbekova L.S. Influence of environmental factors on the state of the hepatobiliary system of the population living in ecologically unfavorable regions. *Meditsina i ehkologiya.* 2015; 4(77): 8–15. (in Russian).
- Boyko I.B., Popova N.G. *Indicators of lipid metabolism as environmental criteria for assessing and preventing early manifestations of atherosclerosis in persons in contact with pesticides: Method. Recommendations.* Tashkent; 1984 (in Russian).
- Aschner M., Aschner J.L. Mercury neurotoxicity: mechanisms of bloodbrain barrier transport. *Neurosci Biobehav Rev.* 1990; 14(2): 169–76. [https://doi.org/10.1016/s0149-7634\(05\)80217-9](https://doi.org/10.1016/s0149-7634(05)80217-9).
- Clarkson T.W., Rothstein A., Sutherland R. The mechanism of action of mercurial diuretics in rats; the metabolism of 203hg-labelled chlormerodrin. *Br. J. Pharmacol. Chemother.* 1965; 24(1): 1–13. <https://doi.org/10.1111/j.1476-5381.1965.tb02075.x>
- Tikhonova G.I., Churanova A.N., Gorchakova T.Y. Working conditions and mortality of able-bodied male population in russian regions. *Med. truda i prom. ekol.* 2017; (9): 192–192. (in Russian).