



Зайцева Н.В.<sup>1</sup>, Май И.В.<sup>1</sup>, Клейн С.В.<sup>1</sup>, Гуськов А.С.<sup>2</sup>, Колесникова Н.И.<sup>2</sup>,  
Максимова Е.В.<sup>1</sup>

## Методические подходы и некоторые результаты оценки объектов накопленного вреда окружающей среды по критериям риска для здоровья населения

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 614045, Пермь, Россия;

<sup>2</sup>Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 127994, Москва, Россия

**Введение.** Актуальность исследования обусловлена большим числом объектов накопленного вреда окружающей среде (ОНВОС) в Российской Федерации и важностью выделения подлежащих первоочередной ликвидации.

**Цель исследования** заключалась в отработке на практике методических подходов к оценке, категорированию и ранжированию ОНВОС по критериям риска для здоровья населения и обобщении результатов оценки 192 объектов в 2022 г.

**Материалы и методы.** Методической базой обработки результатов обследования была теория нечётких множеств. Метод позволяет в комплексе анализировать большое число разнородных количественных и качественных переменных. Для каждого типа объектов заполнялись матрицы оценок всех показателей с позиций влияния на здоровье населения.

**Результаты.** По результатам оценки ни один объект не был отнесён к категории чрезвычайно высокого риска для здоровья населения: 17 ОНВОС (8,9%) характеризовались уровнем высокого риска ( $R = 0,76 \div 0,60$ ), 101 ОНВОС (52,6%) оценён как объект среднего риска ( $R = 0,39 \div 0,58$ ), 72 объекта (37,5%) – как формирующие умеренный риск ( $R = 0,45 \div 0,21$ ), к категории низкого риска ( $R = 0,33 \div 0,20$ ) отнесены два объекта.

**Ограничения исследования.** Количественные данные характеризуют только 192 обследованных объекта, расположенных в конкретных геологических и климатогеографических условиях.

**Заключение.** Полученные результаты свидетельствуют об адекватности и гибкости применяемых методов и обеспечивают корректную сравнительную оценку ОНВОС, различных по происхождению, типу, сроку существования и местам расположения. Нормативно-правовая база оценки ОНВОС требует развития в части учёта показателей риска для здоровья населения при установлении категории объекта и очерёдности его ликвидации. Дополнительные углублённые обследования населения, включающие элементы биологического мониторинга человека, целесообразно рассматривать как фактор, усиливающий доказательную базу влияния ОНВОС на здоровье, позволяющий определять актуальность ликвидации объекта и выполнять оценку эффективности и результативности мер по ликвидации объектов.

**Ключевые слова:** объект накопленного вреда окружающей среде; среда обитания населения; риски для здоровья населения

**Соблюдение этических стандартов.** Исследование не требовало заключения о соблюдении этических принципов.

**Для цитирования:** Зайцева Н.В., Май И.В., Клейн С.В., Гуськов А.С., Колесникова Н.И., Максимова Е.В. Методические подходы и некоторые результаты оценки объектов накопленного вреда окружающей среды по критериям риска для здоровья населения. *Гигиена и санитария*. 2023; 102(5): 523–531. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-5-523-531> <https://elibrary.ru/tututyj>

**Для корреспонденции:** Май Ирина Владиславовна, доктор биол. наук, профессор, зам. директора по научной работе ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, 6140045, Пермь. E-mail: may@fcrisk.ru

**Участие авторов:** Зайцева Н.В. – концепция и дизайн исследования, редактирование; Май И.В. – концепция и дизайн исследования, сбор данных литературы, написание текста; Клейн С.В. – написание текста; Гуськов А.С., Колесникова Н.И. – сбор и обработка материала; Максимова Е.В. – сбор и обработка материала, написание текста, редактирование. Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

**Финансирование.** Исследование выполнено за счёт средств федерального бюджета.

Поступила: 09.03.2023 / Принята к печати: 31.05.2023 / Опубликована: 20.06.2023

Nina V. Zaitseva<sup>1</sup>, Irina V. May<sup>1</sup>, Svetlana V. Kleyn<sup>1</sup>, Andrey A. Guskov<sup>2</sup>, Natalya I. Kolesnikova<sup>2</sup>,  
Ekaterina V. Maksimova<sup>1</sup>

## Methodological approaches and some results of the assessment of objects of accumulated environmental damage according to public health risk criteria

<sup>1</sup>Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation;

<sup>2</sup>Federal Service for Surveillance over Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Moscow, 127994, Russian Federation.

**Introduction.** The relevance of study arises from the great number of objects of accumulated environmental damage (OAED) in the Russian Federation and the necessity to identify those that are subject to immediate elimination.

**The aim of this study** was to test methodical approaches to estimating actual OAED, assign them into categories, and rank them as per health risk indicators; also, we generalized the results obtained by estimating 192 objects in 2022.

**Materials and methods.** Fuzzy set theory was used as a methodical base for analyzing the results. Method makes it possible to analyze a great number of both quantitative and qualitative heterogeneous variables, as one complex. Matrices with each indicator estimated in terms of influence on human health were filled in for each type of objects.

**Results.** Health risk assessment did not identify any objects that could be assigned into an 'extremely high risk' category. 17 OAED (8.9 %) were ranked as 'high risk' objects ( $R=0.76\div 0.60$ ). 101 OAED (52.6 %) – as 'average risk' objects ( $R=0.39\div 0.58$ ). 72 objects (37.5 %) created 'moderate risks' ( $R=0.45\div 0.21$ ). Two objects were considered 'low risk' ones ( $R=0.33\div 0.20$ ).

**Limitations.** Quantitative data describe only 192 examined objects located in specific geological and climatic-geographical conditions.

**Conclusion.** The study results give evidence that applied methods are relevant, flexible, and provide correct comparative estimations of OAED of various origin, types of accumulated wastes, existence, and locations. The regulatory and legal base for estimation of OAED further development considering health risk indicators for determining priority of its elimination. Targeted studies with elements of human biomonitoring would become an additional factor providing more solid evidence of OAED negative effect on health, which allows determining the relevance of the elimination of the object assessment of the effectiveness and efficiency of measures to eliminate objects.

**Keywords:** object of accumulated environmental damage; living environment; public health risk

**Compliance with ethical standards.** The study does not require any statement on compliance with ethical principles.

**For citation:** Zaitseva N.V., May I.V., Kleyn S.V., Guskov A.A., Kolesnikova N.I., Maksimova E.V. Methodological approaches and some results of the assessment of objects of accumulated environmental damage according to public health risk criteria. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2023; 102(5): 523–531. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-5-523-531> <https://elibrary.ru/tuttyj> (In Russ.)

**For correspondence:** Irina V. May, MD, PhD, DSci, Prof., Deputy director on Science, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm 614045 Russian Federation. E-mail: [may@fcrisk.ru](mailto:may@fcrisk.ru)

**Contribution:** Zaitseva N.V. – concept and design of the study, editing; May I.V. – concept and design of the study, collecting literature data, text writing; Kleyn S.V. – text writing; Guskov A.A., Kolesnikova N.I. – collection and processing of the material; Maksimova E.V. – collection and processing of the material, text writing, editing. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

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

**Acknowledgement.** The study had no sponsorship.

Received: March 9, 2023 / Accepted: May 31, 2023 / Published: June 20, 2023

## Введение

Рост промышленного производства в России на протяжении всего XX века, недостаточное внимание к экологическим и санитарно-гигиеническим последствиям хозяйствования и поспешная приватизация средств производства в 1990-х годах привели к появлению на территории страны значительного числа загрязнённых, захлещённых различными видами отходов, небезопасных для природной среды и здоровья населения участков. Ответственность за приведение ряда таких объектов в нормативное состояние не могла быть возложена на конкретное юридическое или физическое лицо [1, 2]. Заброшенные производственные территории, недостроенные объекты, не ликвидированные в установленном порядке склады невыработанных агрохимикатов с истекшим сроком годности, несанкционированные бесхозные свалки коммунальных, строительных и иных отходов – такие объекты встречаются практически во всех регионах страны [3, 4].

Понятия «накопленный вред окружающей среде» и «объект накопленного вреда окружающей среде» введены в законодательство Российской Федерации Федеральным законом от 3 июля 2016 г. № 254-ФЗ<sup>1</sup>. К объектам накопленного вреда отнесены «территории и акватории, на которых выявлен вред окружающей среде, возникший в результате прошлой экономической и иной деятельности, обязанности по устранению которого не были выполнены либо были выполнены не в полном объёме». Вопросы учёта, оценки и ликвидации накопленного вреда регулируются Федеральным законом «Об охране окружающей среды»<sup>2</sup>. Документ предусматривает категорирование и ранжирование объектов «в целях обоснования очередности проведения работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде и принятия неотложных мер» (п. 6 ст. 80.1 Федерального закона № 7-ФЗ).

Задача оценки угроз и опасностей объектов накопленного экологического вреда для обоснования оптимальной политики и очередности обезвреживания, ремедиации, рекультивации загрязнённых территорий стояла перед многими промышленно развитыми государствами, которые

сталкивались с проблемами брошенных и (или) бесхозных отходов прошлой экономической деятельности [5]. В Германии, одной из наиболее развитых в промышленном отношении стран Европы, в 2006 г. было выявлено около 270 тыс. объектов и земельных участков, требовавших очистки. Было принято решение сконцентрировать внимание на ликвидации так называемых горячих точек. Власти принимали во внимание постоянно растущую потребность в полноценном использовании муниципальных земель на урбанизированных территориях, что требовало учёта показателей безопасности населения, в том числе рисков для здоровья [6].

В Великобритании в соответствии с частью II Закона об охране окружающей среды<sup>3</sup> для принятия решений по загрязнённым территориям был разработан общий подход на основе оценки риска и установлен эталонный стандарт для организации работ. Важнейшей целью, которая при этом ставилась, было выявление и устранение недопустимых рисков для здоровья людей и состояния среды обитания, а также полная подготовка участка для нового функционального использования [7].

В Нидерландах при застройке территорий с признаками накопленного экологического вреда для получения прав собственности на землю застройщик был обязан проводить проверку участков на загрязнение и оценку риска для здоровья человека<sup>4</sup>. Процесс оценки риска помогает выделить основные угрозы и опасности, определить, какие действия необходимо предпринять для предупреждения негативных эффектов, и установить очерёдность данного объекта при проведении восстановительных работ. Ставится задача вовлечения в процесс ликвидации нанесённого вреда многих сторон: муниципалитетов, инвесторов, потенциальных пользователей высвобождающихся земель [8]. При этом очистка объекта предполагает государственный контроль.

Собственные подходы к исследованию и ранжированию (категорированию) объектов прошлой экономической

<sup>1</sup> Федеральный закон от 03.07.2016 г. № 254 «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Доступно: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_200513/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_200513/)

<sup>2</sup> Федеральный закон от 10.01.2002 г. № 7 «Об охране окружающей среды»: Доступно: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34823/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/)

<sup>3</sup> The Environmental Damage (Prevention and Remediation) Regulations 2009. Guidance for England and Wales. Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra). 2009. Доступно: <https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/ukgwa/20130402151656/https://archive.defra.gov.uk/environment/policy/liability/pdf/indepth-guide-regs09.pdf>

<sup>4</sup> Guidelines for Part 17.2 of the Dutch Environmental Management Act: measures in the event of environmental damage or its imminent threat. The Netherlands, 2008. Доступно: [https://ec.europa.eu/environment/legal/liability/pdf/eld\\_guidance/netherlands.pdf](https://ec.europa.eu/environment/legal/liability/pdf/eld_guidance/netherlands.pdf)

деятельности разработаны и реализованы Данией<sup>5</sup>, Чехией, США и рядом других стран [9]. Опыт, накопленный в мире в части оценки объектов накопленного вреда окружающей среде (ОНВОС), позволил сформулировать ряд основополагающих принципов, которым следуют большинство стран, заинтересованных в решении проблемы и управлении ситуацией. К таким принципам среди прочих относятся:

- приоритет ликвидации объектов, воздействие которых формирует наибольшие риски негативных последствий для окружающей среды и здоровья людей;
- обязательность при смене функционального назначения участка и его правового статуса документального и лабораторного (полевого) исследования территории на предмет наличия биологических, химических, радиоактивных угроз и опасностей;
- создание и ведение общедоступных информационных ресурсов (сайты, реестры, кадастры и др.), содержащих исчерпывающие данные о состоянии территории накопленного вреда в результатах прошлой экономической деятельности.

В работе [10] авторы подчёркивают высокую экономическую эффективность ликвидации объектов накопленного вреда и высвобождения земель под полноценное муниципальное использование, в том числе под жилищное строительство.

Данные положения актуальны и для Российской Федерации. Все указанные позиции крайне важны, особенно в отношении объектов, расположенных в границах городских или сельских поселений или в непосредственной близости от них [3, 4, 11]. К началу 2023 г. в стране было зарегистрировано более 3,5 тыс. объектов с признаками накопленного вреда окружающей среде. Происхождение и уровни опасности объектов различны и многообразны. Ликвидация объектов в рамках федерального проекта «Генеральная уборка» предполагает освоение средств федерального бюджета. Для максимально результативного и эффективного вложения средств в ликвидацию объектов накопленного вреда проектом предусмотрены категорирование объектов по показателям угроз и опасностей для окружающей среды и оценка риска для здоровья граждан и продолжительность их жизни.

Методика оценки, разработанная Министерством природных ресурсов и экологии<sup>6</sup>, учитывает объём накопленных отходов, площадь загрязнённой территории, наличие на объекте опасных веществ, в том числе предусмотренных международными обязательствами страны, численность населения под воздействием и (или) угрозой воздействия (при этом критерии воздействия не определены).

Методика, разработанная и утверждённая Роспотребнадзором<sup>7</sup>, имеет целью критериальный анализ качества среды обитания населения (атмосферного воздуха поселений, поверхностных и подземных вод, почв, сельскохозяйственных пищевых продуктов, выращиваемых вблизи объекта) и оценку вероятных рисков для здоровья жителей, постоянно или временно испытывающих негативное влияние объектов накопленного вреда. Документ предусматривает обязательность учёта тяжести вероятных негативных последствий для здоровья и сокращения продолжительности жизни населения. Основной задачей является выделение ОНВОС, фор-

мирующих наибольшие риски для здоровья и подлежащих первоочередной ликвидации.

*Цель исследования* — отработка на практике методических подходов по оценке, категорированию и ранжированию 192 объектов накопленного вреда окружающей среде по критериям риска для здоровья населения и обобщении результатов оценок, полученных в 2022 г.

## Материалы и методы

Отработка методики и оценка риска выполнена на 192 объектах накопленного вреда окружающей среде, расположенных в 56 субъектах Российской Федерации. Структура исследованных объектов была следующей: 116 мест длительного хранения твёрдых бытовых и (или) промышленных отходов; 31 объект — участки загрязнённой территории; 29 мест хранения жидких химических отходов промышленного происхождения; 1 объект хранения жидких органических отходов. Из 192 объектов 31 характеризовался наличием комплекса источников загрязнения, например, сочетающих места хранения жидких и твёрдых отходов, брошенные здания и сооружения и накопленные отходы, накопленные отходы и загрязнённые акватории и т. п.

Исследования проведены силами центров гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора в регионах при организационной и методической поддержке Управления санитарно-гигиенического надзора населения Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека и ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора.

При анализе и оценке риска использованы также данные, представленные Роспотребнадзору органами и организациями Росприроднадзора в форматах экспертных заключений по итогам обследований собственно объектов накопленного вреда.

Риск для здоровья населения при воздействии каждого объекта оценивали по единой процедуре, включающей максимально полный сбор данных об ОНВОС, в том числе посредством проведения полевых лабораторных исследований (испытаний). Инструментальные исследования выполнены аккредитованными испытательными лабораторными центрами с применением стандартизованных методов отбора проб и утверждённых методик количественного определения химических веществ, биологических агентов, а также уровня радиоактивности (при необходимости).

Методической базой обработки результатов и оценки рисков являлась теория нечётких множеств (нечёткой логики), которая в последнее время широко применяется в области охраны окружающей среды и здоровья населения [12, 13]. Метод позволяет в комплексе анализировать большое число разнородных переменных — как количественных, так и качественных. Предложенные подходы обеспечивали возможность проведения сравнительных оценок с заданной степенью точности [14, 15]. Для каждого типа объектов заполняли матрицы (исходные таблицы) оценок каждого показателя с позиций влияния на здоровье населения. Перечень вводимых показателей являлся уникальным и определялся для каждого объекта его типом, спецификой накопленных отходов с учётом прошлой экономической деятельности. При этом учитывали показатели, которые прямо или косвенно могли влиять на качество среды обитания населения и соответственно на условия проживания и здоровье людей. К таким показателям были отнесены частота ветров от ОНВОС в сторону жилой застройки, наличие защитных экранов между объектом и источниками водоснабжения, возможность миграции веществ из отходов в разные среды и т. п. Параметр каждого учитываемого показателя соотносили с определённым интервалом шкалы опасности (от пренебрежимо малого до очень высокого). Границы диапазонов перекрывались на 20%, что обеспечивало снижение неопределённости при экспертных оценках и небольшом числе измерений.

<sup>5</sup> Environmental Liability Directive Guidelines. Environmental Protection Agency, Agency for Spatial and Environmental Planning. 2012. Доступно: [https://ec.europa.eu/environment/legal/liability/pdf/eld\\_guidance/denmark.pdf](https://ec.europa.eu/environment/legal/liability/pdf/eld_guidance/denmark.pdf)

<sup>6</sup> Приказ Минприроды России от 04.08.2017 г. № 435 «Об утверждении критериев и срока категорирования объектов, накопленный вред окружающей среде на которых подлежит ликвидации в первоочередном порядке». Доступно: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_283759/0654c277e2f6c49a3a09aebc99aeb50c706d281/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_283759/0654c277e2f6c49a3a09aebc99aeb50c706d281/)

<sup>7</sup> МР 2.1.10.0273—22.2.1.10 «Состояние здоровья населения в связи с состоянием окружающей среды и условиями проживания населения. Оценка воздействия объектов накопленного вреда окружающей среде на здоровье граждан и продолжительность их жизни, в том числе с возможностью проведения экспресс-оценки». Доступно: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_423034/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_423034/)

Показатели объединялись в группы, для каждой из которых был установлен весовой коэффициент с учётом типа объекта накопленного вреда ( $v_j$ ): общая характеристика объекта ( $v_j = 0,1 \div 0,15$ ); климатические параметры ( $v_j = 0,1$ ); пространственные характеристики ( $v_j = 0,3 \div 0,4$ ); геологические и гидрологические параметры территории ( $v_j = 0,15 \div 0,35$ ); показатели качества среды обитания ( $v_j = 0,1 \div 0,4$ ). В последнюю группу были включены дополнительно показатели состояния здоровья населения в ближайшем поселении и число жалоб населения на качество среды обитания. Важно, что потенциальное воздействие отдельных химических веществ и их совокупность оценивали с учётом критических поражаемых органов и систем и вероятной тяжести нарушений здоровья, которую оценивали в соответствии с рекомендациями Всемирной организации здравоохранения [16].

Совокупный риск ( $R$ ) по всем группам показателей рассчитывали по формуле (1):

$$R = \sum_j R_j v_j, \quad (1)$$

где  $R_j$  – величина риска здоровью от  $j$ -й группы показателей;  $v_j$  – весовой вклад  $j$ -й группы показателей в совокупный риск.

В силу того, что величина риска могла располагаться на границе значений и принадлежать одновременно к разным диапазонам риска, объекту накопленного вреда присваивалась категория, соответствующая максимальному значению функции принадлежности. Объект по результатам расчёта риска относили к одной из установленных категорий: низкий [диапазон значений риска (0; 0,25); умеренный (0,15; 0,45); средний (0,35; 0,65); высокий (0,55; 0,85); чрезвычайно высокий (0,75; 1)].

Таким образом обеспечивалась возможность по интегральной характеристике (суммарному риску) сравнивать и ранжировать разнородные объекты накопленного вреда, одновременно относя каждый из них к определённой категории. Система позволяет устанавливать категорию объекта и принимать обоснованные решения о срочности и очередности принятия мер по его ликвидации (рекультивации, ремедиации) и защите населения от негативного воздействия.

## Результаты

Апробация методики оценки объектов накопленного вреда по критериям риска для здоровья населения и разработанного для её реализации программного продукта показала их гибкость, адекватность задачам и возможность сопоставимой оценки разных по типу и характеристикам объектов.

По результатам оценки риска 192 объектов накопленного вреда для здоровья граждан ни один объект НВОС не был отнесён к категории чрезвычайно высокого риска, 17 объектов (8,9%) характеризовались уровнем высокого риска ( $R = 0,76 \div 0,6$ ), 101 ОНВОС (52,6%) был оценён как объект среднего риска ( $R = 0,39 \div 0,58$ ), 72 объекта (37,5%) – как формирующие умеренный риск для здоровья населения ( $R = 0,45 \div 0,21$ ), низкий риск ( $R = 0,33 \div 0,20$ ) установлен для двух объектов.

Перечень и основные параметры объектов высокого риска, которые формируют наибольшие угрозы для жителей и требуют первоочередного внимания со стороны лиц, принимающих решения по ликвидации объектов и обеспечению экологической безопасности и санитарно-эпидемиологического благополучия населения, приведены в табл. 1.

Практически все объекты высокого риска, несмотря на различные объёмы накопленных отходов, имеют схожие признаки и расположены в границах поселений, в том числе в черте таких крупных городов, как Самара (население 1,17 млн человек), Уфа (1,14 млн человек), Тольятти (685 тыс. человек), Ульяновск (645 тыс. человек), Грозный (328 тыс. человек). Границы участков ОНВОС зачастую максимально приближены к жилой застройке. Так, расстояние от границ нефтешламовых амбаров до ближайшего жилого дома в пос. Примыкание (г. Аргун Чеченской Республи-

ки) составляет 35 м, шламонакопитель бывшего Сакского химического завода находится в 70 м от жилой застройки, нефтехранилище бывшего машиностроительного завода в Ульяновске – в 170 м. Шламовые амбары в Грозном удалены от жилой территории на 415 м и т. п.

Практически все объекты сформированы в результате прошлой деятельности промышленных предприятий. Нередко в составе накопленных отходов содержатся высокотоксичные органические и (или) неорганические химические соединения и смеси. При исследовании всех 17 объектов с высоким риском установлено наличие в составе отходов веществ, способных вызывать канцерогенный, эмбриотоксический, репротоксический и (или) тератогенный эффекты (тяжёлые металлы, ароматические, полициклические ароматические углеводороды, галогенсодержащие органические вещества и т. п.).

Из 17 объектов 16 не имеют обваловок, ограждений, гидроизоляционных экранов, наличие которых могло бы снизить негативное воздействие накопленных отходов на окружающую среду.

Нередко объекты расположены вблизи поверхностных водных объектов, являющихся источниками питьевого водоснабжения или имеющих рекреационное назначение. Так, шламонакопитель в Саки расположен в 70 м от берега Сакского озера (уникального водоёма, воды и донные отложения которого имеют целебные свойства). Территория бывшего анилинокрасочного завода в Кемерове находится в 40 м от ближайшего водного объекта (р. Томь). Нефтехранилище в Ульяновске размещено в 250 м от берега р. Волги. В Самаре расстояние от объекта «Мазутное озеро» до поймы р. Орловка (протекает по территории города) составляет 250–300 м, до оз. Тростяное – 300–320 м. Более того, шламонакопители на площадке бывшего ОАО «Уфатхимпром» (Уфа) находятся в границах второго пояса зоны санитарной охраны источника питьевого водоснабжения. Аналогичная ситуация в Тольятти, где в границах второго пояса зоны санитарной охраны питьевого водозабора расположен карьер песка Жигулёвское море.

Из 17 исследованных объектов только один имеет статус объекта накопленного вреда менее пяти лет. Прочие объекты являлись и продолжают являться неконтролируемыми источниками загрязнения среды обитания населения в течение длительного времени (от 9 до почти 60 лет). Всё это время химические вещества, биологические агенты, радионуклиды (если таковые имелись в составе отходов) с атмосферными потоками, ливневыми, поверхностными и (или) грунтовыми водами переносятся в атмосферный воздух сельтебных территорий, мигрируют в природные водные объекты, почвы жилых территорий и являются факторами риска негативного воздействия на население.

Загрязнение среды обитания населения в зонах влияния ОНВОС подтверждается полевыми лабораторными исследованиями, выполненными в течение года. В табл. 2 и 3 в качестве примеров приведены результаты измерений качества среды обитания в зонах влияния двух объектов высокого риска: пруда-накопителя кислотных отходов в Сызрани и накопителя жидких токсичных промышленных отходов в Самаре.

Из представленных данных видно, что уровни содержания химических веществ и биологических агентов в почвах, воде, атмосферном воздухе не были безопасными. Такая ситуация характерна для всех исследованных объектов высокого риска. Так, в зоне влияния шламоотвального хозяйства бывшего ОАО «Фосфор» (Тольятти) в границах города концентрации нефтепродуктов в почвах превышали фоновый уровень (2,5 мг/кг) до 272 раз, соединения марганца отмечены в концентрациях до 2,6 ПДК, цинка – до 2,91 ПДК, никеля – до 1,35 ПДК, мышьяка – до 1,9 ПДК. Все перечисленные вещества содержались в отходах, накопленных на участке. В Ульяновске в почвах жилой застройки вблизи резервуаров с остатками мазута зафиксировано содержание нефтепродуктов на уровне до 123,3 фонового значения, отмечено присутствие кобальта до 2,2 ПДК,

Объекты накопленного вреда окружающей среде, формирующие высокий риск для здоровья населения (по результатам исследований 2022 г.)

Objects of accumulated environmental damage that create high public health risks (according to the examination results of 2022)

Субъект Российской Федерации, городской округ, город, муниципалитет The RF region, municipal district, city, settlement	Общее описание объекта накопленного вреда окружающей среде The overall profile of an object of accumulated environmental damage	Объём отходов, тыс. м <sup>3</sup> Waste volume, thousand m <sup>3</sup>	Период существования, лет Duration of existence, years	Риск Risk	Тип ОНВОС Objects of accumulated environmental damage (OAEED) type
Самарская область, Тольятти The Samara region, Tolyatti	Шламоотвальное хозяйство бывшего ОАО «Фосфор» Sludge deposits of the former JSC Phosphor	287.0	14	0.76	ЖХО, ТО LCW, SW
Кемеровская область – Кузбасс, Кемеровский городской округ The Kemerovo region – Kuzbas, the Kemerovo municipal district	Территория бывшего ОАО «Анилиноокрасочный завод» The territory of the former JSC Anilinookrasochniy zavod	567.9	13	0.70	ЖХО, ТО, ОКС LCW, SW, CO
Самарская область, городской округ Самара / The Samara region, Samara	«Мазутное озеро» – накопитель жидких токсичных промышленных отходов Heavy oil lake (Mazutnoe ozero) – the storage bunker for liquid toxic industrial waste	203.75	9	0.70	ЖХО LCW
Самарская область, Сызрань The Samara region, Syzran	Пруд-накопитель кислотных отходов бывшего сланцеперерабатывающего завода The storage pond for acid wastes of a former shale-processing plant	38.7	16	0.69	ЖХО LCW
Самарская область, Сызрань The Samara region, Syzran	Территория в районе золотвала АО «Медхим» The territory near the ash deposit area of the JSC Medkhim	1.00	16	0.68	ЖХО LCW
Ульяновская область, Ульяновск The Ulyanovsk region, Ulyanovsk	Подземные, наземные и открытые резервуары с остатками мазута. Герметичность ёмкостей нарушена Underground, land and open reservoirs with heavy oil remains: tanks no longer leak-proof	1.97	16	0.68	ЖХО LCW
Республика Башкортостан, Уфа The Republic of Bashkortostan, Ufa	Шламоаккумуляторы бывшего ОАО «Уфахимпром» former JSC Ufakhimprom	376.0	4	0.66	ЖХО LCW
Самарская область, Тольятти The Samara region, Tolyatti	Шламоаккумулятор бывшего ПО «Куйбышевазот» The storage sludge bunker of the former PA Kuybyshevazot	555.0	31	0.66	ЖХО LCW
Самарская область, Тольятти The Samara region, Tolyatti	Карьер песка Жигулёвское море The sandpit Zhigulevskoye more	97.1	9	0.66	ТО SW
Хабаровский край, Комсомольск-на-Амуре The Khabarovsk region, Komsomolsk-on-Amur	Шламоаккумулятор боролитса бывшего Комсомольского сернокислотного завода The storage sludge bunker of the former Komsomolskiy sulfuric acid producing plant	707.9	48	0.65	ЖХО LCW
Республика Хакасия, Саяногорск Khakassia, Sayanogorsk	Пруды-накопители (хвостохранилище) бывшего Майнского рудника The storage ponds (sludge deposits) of the former Mainskiy mine	Неизвестно Unknown	59	0.64	ЖХО LCW
Чеченская Республика, Грозный Chechnya, Grozny	Нефтешламные амбары и нарушенные земли Oil sludge barns and polluted soils	1.584	28	0.63	ЖХО LCW
Ярославская область, Ярославль The Yaroslavl region, Yaroslavl	Шламоаккумулятор отходов ОАО «Лакокраска» The storage sludge bunker of the JSC Lakokraska	270.0	19	0.62	ЖХО LCW
Кемеровская область – Кузбасс, Киселевский городской округ The Kemerovo region – Kuzbas, Kiselevskiy municipal district	Тугайский лог Tugaivskiy log	Неизвестно Unknown	20	0.61	ТО SW
Самарская область, Тольятти The Samara region, Tolyatti	Полигон захоронения промышленных отходов The industrial waste deposit landfill	316.7	11	0.61	ТО SW
Республика Крым, Саки Crimea, Saki	Шламоаккумулятор бывшего Сакского химического завода The storage sludge bunker of the former Sakskiy chemical plant	19.7	7	0.60	ЖХО LCW
Чеченская Республика, городской округ Аргун Chechen Republic, the Argun municipal district	Нефтешламные амбары и нарушенные земли Oil sludge barns and polluted soils	103.0	28	0.60	ЖХО LCW

Примечание. ЖХО – жидкие химические отходы; ОКС – объекты капитального строительства; ТО – твёрдые отходы.  
Note: LQW is liquid chemical waste; SW is solid waste.



Таблица 2 / Table 2

## Показатели, по которым зафиксированы нарушения гигиенических нормативов качества среды обитания в зоне влияния ОНВОС «Технический пруд-накопитель кислотных отходов», г. о. Сызрань

Indicators confirming violations of the hygienic standards for the environment quality in the zone influenced by the objects of accumulated environmental damage (OАED) Technical storage pond for acid wastes, Syzran

Показатель Indicator	Значение показателя / Indicator value			Метод измерения Measurement technique
	среднее mean	максимальное maximum	допустимое permissible	
<i>Вода поверхностного водного источника в зоне влияния объекта в черте города / Water in a surface water source in the influenced zone within the city boundaries</i>				
ХПК, мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> (COD, mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> )	30.3 ± 9.7	35	≤ 30	ФР 1.31.2014.17723
Хлориды, мг/дм <sup>3</sup> (Chlorides, mg/dm <sup>3</sup> )	326 ± 38	585	350	ПНД Ф 14.1:2.3.96–97
Сульфат-ионы, мг/дм <sup>3</sup> (Sulfate-ions, mg/dm <sup>3</sup> )	985 ± 154	1138	500	ПНД Ф 14.1:2.159–2000
Соединения магния, мг/дм <sup>3</sup> Magnesium compounds, mg/dm <sup>3</sup>	437 ± 44	447	50	ПНД Ф 14.1:2.4.167–2000
Аммиак, мг/дм <sup>3</sup> (Ammonia, mg/dm <sup>3</sup> )	1.06 ± 0.31	1.87	1.5	ГОСТ (State Standard) 33045–2014
Фенол, мг/дм <sup>3</sup> (Phenol, mg/dm <sup>3</sup> )	0.006 ± 0.003	0.0089	0.001	ПНД Ф 14.1:2.4.182–02
Марганец, мг/дм <sup>3</sup> (Manganese, mg/dm <sup>3</sup> )	0.027 ± 0.19	0.046	0.01	ПНД Ф 14.1:2.253–09
Медь, мг/дм <sup>3</sup> (Copper, mg/dm <sup>3</sup> )	0.098 ± 0.003	0.012	0.001	ПНД Ф 14.1:2.48–96
Кадмий, мг/дм <sup>3</sup> (Cadmium, mg/dm <sup>3</sup> )	0.0012 ± 0.000	0.0014	0.0010	ПНД Ф 14.1.2.253–09
ОКБ, КОЕ/100 мл (СВ, CFU/100 ml)	1253 ± 200	2400	≤ 500	МУК 4.2.1884–04, п. 2.7–2.8
Энтерококки, КОЕ/100 мл (Enterococci, CFU/100 ml)	100	100	≤ 10	МУК 4.2.1884–04
<i>Почва в зоне влияния объекта в городской черте / Soil in the influenced zone within the city boundaries</i>				
Нефтепродукты, Ррм (Oil products)	13.95 ± 5.57	34.4	7.25*	ПНД Ф 16.1:2.21–98
Бенз(а)пирен, мг/кг (Benz(a)pyrene, mg/kg)	0.0415 ± 0.01	0.052	0.02	МУК 4.1.1274-03
Медь, мг/кг (Copper, mg/kg)	85 ± 26	130	30 ± 12*	М-02-2406-13
Никель, мг/кг (Nickel, mg/kg)	108 ± 32	140	60.16*	М-02-2406-13
Свинец, мг/кг (Lead, mg/kg)	1264 ± 380	5700	28*	М-02-2406-13
ОКБ, КОЕ/г (СВ, CFU/g)	55 ± 45	100	–	МУК 4.2.3695-21
Энтерококки, КОЕ/г (Enterococci, CFU/g)	70 ± 40	100	–	МУК 4.2.3695-21
<i>Воздух в зоне влияния объекта в городской черте / Air in the influenced zone within the city boundaries</i>				
Хлористый водород, мг/м <sup>3</sup> (Hydrogen chloride, mg/m <sup>3</sup> )	0.22 ± 0.09	0.30	0.20	МВИ-4215-002-56591409-2009
Хлор, мг/м <sup>3</sup> (Chlorine, mg/m <sup>3</sup> )	0.13 ± 0.06	0.25	0.10	МВИ-4215-002-56591409-2009
Фенол, мг/м <sup>3</sup> (Phenol, mg/m <sup>3</sup> )	0.016 ± 0.004	0.032	0.01	МВИ-4215-002-56591409–2009
Серная кислота, мг/м <sup>3</sup> (Sulfuric acid, mg/m <sup>3</sup> )	0.26 ± 0.19	0.80	0.10	МВИ-4215-003-56591409-2009

Note. Here and in Table 3: МУК – Methodical guidelines; ПНД Ф – regulatory documents on environmental protection; МВИ – measurement technique.

никеля – до 2,42 ПДК, меди – до 2,13 ПДК, свинца – до 1,8 ПДК. В почвах вблизи шламонакопителя отходов ОАО «Лакокраска» (Ярославль) в одной из проб концентрации свинца достигала 133 ПДК, хрома – 117 ПДК.

Органическое загрязнение (особенно углеводородное нефтяное) и замусоривание участков бытовыми отходами имеет следствием изменение содержания микроорганизмов в почве. В зонах влияния 12 из 17 объектов высокого риска в почвах поселений отмечено превышение допустимых уровней содержания колиформных бактерий и энтерококков.

Подземный водоисточник Аргуна в зоне размещения шламовых амбаров характеризуется повышенным содержанием мышьяка (до 3 ПДК), свинца (до 6 ПДК), марганца (до 2,4 ПДК). В поверхностных источниках Саки вблизи шламонакопителя регистрируются марганец (до 4,4 ПДК), свинец (до 2 ПДК), никель (до 1,6 ПДК), хлориды (до 13 ПДК) и т. п. Отходы бывшего Майнского рудника в Саяногорске являются источником загрязнения поверхностных и подземных вод токсичными металлами – кадмием, кобальтом, медью, ртутью, марганцем, медью, мышьяком, никелем, свинцом.

В подземных водах Ульяновска в зоне влияния мазутохранилища выявлен повышенный в 2,8 раза уровень суммарной альфа-активности (Аб), что вызывает тревогу.

Наряду с превышением гигиенических нормативов содержания отдельных веществ в объектах среды обитания практически повсеместно регистрировали 10–15 соединений, обладающих однонаправленным действием на те же органы и системы, что и вещества с превышениями ПДК. Присутствующие в значимых, в том числе недопустимых концентрациях загрязняющие вещества оказывают влияние на показатели здоровья населения. По данным медицинской статистики, использованной при оценке риска для здоровья населения, заболеваемость постоянно проживающего в зонах влияния объектов накопленного вреда населения превышает среднетерриториальные (при возможности получить данные по зонам влияния объекта) или среднерегionalные значения от 1,5 до 10 раз. Наибольшие превышения показателей заболеваемости по сравнению со среднетерриториальными и (или) среднерегionalными уровнями зафиксированы в зоне влияния ОНВОС «Жигулёвское море»: частота новообразований выше средних значений по г. о. Самара

Таблица 3 / Table 3

**Показатели, по которым зафиксированы нарушения гигиенических нормативов качества среды обитания в зоне влияния ОНВОС «Накопитель жидких токсичных промышленных отходов «Мазутное озеро», Самара**

Indicators confirming violations of the hygienic standards for the environment quality in the zone influenced by the OAED Heavy oil lake (Mazutnoe ozero) – the storage bunker for liquid toxic industrial waste, Samara

Показатель Indicator	Значение показателя / Indicator value			Метод измерения Measurement technique
	среднее mean value	максимальное maximum value	норматив/фон (ПДК/ОДК) standard/background (MPC/TPC)	
<i>Вода поверхностного водного источника в зоне влияния объекта в черте города (место рекреации)</i> <i>Water in a surface water source in the influenced zone within the city boundaries (recreational zone)</i>				
Фенол, мг/дм <sup>3</sup> (Phenol, mg/dm <sup>3</sup> )	0.0013		0.001	ПНД Ф 14.1:2:4.182-02
Никель, мг/дм <sup>3</sup> (Nickel, mg/dm <sup>3</sup> )	0.084	0.098	0.010	
Марганец, мг/дм <sup>3</sup> (Manganese, mg/dm <sup>3</sup> )	0.029 ± 0.006	0.038	0.010	ПНД Ф 14.1:2:253-09
Свинец, мг/дм <sup>3</sup> (Lead, mg/dm <sup>3</sup> )	0.119 ± 0.038	0.145	0.006	ПНД Ф 14.1:2:139-98
Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup> (Oil products, mg/dm <sup>3</sup> )	0.44 ± 0.15	0.83	0.05	ПДН Ф 14.1:2:4.128.98
<i>Почва в зоне влияния объекта в городской черте / Soil in the influenced zone within the city boundaries</i>				
Медь, мг/дм <sup>3</sup> (Copper, mg/dm <sup>3</sup> )	317 ± 109	600	132	М-МВИ-80-2008
Никель, мг/дм <sup>3</sup> (Nickel, mg/dm <sup>3</sup> )	117 ± 34	400	80	М-МВИ-80-2008
Цинк, мг/дм <sup>3</sup> (Zinc, mg/dm <sup>3</sup> )			220	М-МВИ-80-2008
Кобальт, мг/дм <sup>3</sup> (Cobalt, mg/dm <sup>3</sup> )	39.7 ± 9.9	93	5.0	М-МВИ-80-2008
Нефтепродукты, г/кг (Oil products, g/kg)	10.0 ± 6.3	38.0	11.0 ± 2.5*	ПНД Ф 16.1:2.2.22-98
<i>Воздух в зоне влияния объекта в городской черте / Air in the influenced zone within the city boundaries</i>				
Фенол, мг/дм <sup>3</sup> (Phenol, mg/dm <sup>3</sup> )	0.22 ± 0.09	0.30	0.20	МВИ-4215-002-56591409-2009
Углеводороды предельные (C12–C19), мг/дм <sup>3</sup> Saturated hydrocarbons (C12–C19), mg/dm <sup>3</sup>	0.13 ± 0.06	0.25	0.10	МВИ-4215-002-56591409-2009

Примечание. \* – в качестве критерия принят фоновый уровень вещества.

Note: \* – the background level of a chemical is taken as a criterion.

у взрослых, подростков и детей (в 3; 2,1; 3,3 раза соответственно), а частота болезней системы кровообращения выше почти в 10 раз (в 10,8; 10,7; 10,3 раза соответственно). В зоне влияния золоотвала Медхима (Сызрань) частота регистрации новообразований за последние три года была в 3,3 раза выше, чем в среднем по муниципальному образованию. Болезни крови и кроветворных органов встречались в 2 раза чаще у детей и в 2,3 раза чаще – у взрослых. Заболеваемость детского населения пос. Примыкание (зона влияния нефтешламовых амбаров) систематически превышает средние показатели по территории в 1,9 раза. На повышенные уровни заболеваемости населения по отдельным классам болезней указывают данные 16 из 17 объектов высокого риска. Среди объектов среднего риска повышенный уровень заболеваемости населения отмечается только в каждом третьем-четвёртом случае, 61% объектов (62 из 101) с данным уровнем риска – это несанкционированные свалки, в том числе располагающиеся вблизи небольших поселений. Следует отметить, что среди объектов среднего риска – 11 площадок бывшего АОА «Фосфор», которые обозначены как отдельные объекты накопленного вреда (участки бывших цехов № 1, 2, 27, 37 и др.). Представляется целесообразным оценивать такие объекты в комплексе.

Практически все объекты умеренного и низкого риска – это территории накопления твёрдых коммунальных отходов (исключение – Бардяньские пруды и пруд-накопитель жидких химических отходов в Кинешме Ивановской области), в зонах влияния которых обычно не выявляются нарушения гигиенических нормативов качества среды обитания. Однако накопленный опыт свидетельствует о том, что отдельные объекты требуют более глубокого и тщательного обследования, подразумевающего не только обнаружение повсеместно распространённых загрязняющих веществ, но и выявление маркерных химических примесей, характерных

для конкретного вида накопленного отхода прошлой экономической деятельности и условий его длительного хранения в окружающей среде. Недооценка риска может иметь существенные негативные последствия для населения в случае отказа от ликвидации объекта, особенно если объект расположен в границах поселения или в непосредственной близости от него.

## Обсуждение

Результаты настоящего исследования свидетельствуют о том, что получаемые оценки рисков для здоровья населения крайне важны при выборе приоритетов в формировании программ ликвидации объектов накопленного вреда.

К сожалению, действующий приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации<sup>8</sup> не претерпел изменений, и критерии риска для здоровья не рассматриваются как обязательная составляющая категорирования объектов. Проект изменений предполагал сопряжение оценок по методикам Минприроды и Роспотребнадзора. На наш взгляд, такое сопряжение не потеряло своей актуальности. Результаты, полученные в 2022 г., подтверждают, что объём и масса накопленных отходов далеко не всегда являются ключевыми факторами, определяющими угрозу и опасность объекта для жителей.

Усилением фактора значимости объектов как первоочередных для ликвидации могли бы стать специальные углублённые исследования, включающие элементы биомониторинга. Многочисленные научные исследования [17–19]

<sup>8</sup> Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 04.08.2017 г. № 435 «Об утверждении критериев и срока категорирования объектов, накопленный вред окружающей среде на которых подлежит ликвидации в первоочередном порядке». Доступно: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Minprirody-Rossii-ot-04.08.2017-N-435/>

свидетельствуют о том, что повышенные уровни токсикантов (особенно маркерных для объектов накопленного вреда) в биологических средах населения, прежде всего детского, могут являться серьезной доказательной базой негативного воздействия объекта на здоровье. Показатели состояния здоровья населения в отечественной и зарубежной практике рассматриваются как важнейшие аргументы в пользу определения объекта как приоритетного с позиций приведения к нормативному состоянию [20–22]. Более того, углубленные исследования могли бы являться основанием для разработки медико-профилактических программ защиты населения вплоть до ликвидации объекта. Сравнительные показатели биомониторинга и данные специальных исследований состояния здоровья населения могли бы стать критериями оценки эффективности и результативности принимаемых мер.

**Ограничения исследования.** Количественные данные характеризуют только 192 обследованных объекта, расположенных в конкретных геологических и климатогеографических условиях.

## Заключение

Полученные результаты свидетельствуют об адекватности и гибкости применяемых методов, обеспечивающих корректную сравнительную оценку объектов накопленного вреда, различных по происхождению, типу накопленных отходов, сроку существования и местам расположения.

Оценка риска для здоровья населения 192 объектов накопленного вреда показала, что около 8% из них могут быть отнесены к категории высокого риска для здоровья и подлежат ликвидации в первоочередном порядке.

К объектам высокого риска из перечня 2022 г. отнесены преимущественно места хранения жидких промышленных отходов, расположенные в границах крупных поселений, в том числе вблизи жилой застройки. Объекты являются источниками загрязнения почв, природных и питьевых вод, атмосферного воздуха комплексом токсичных органических и неорганических веществ, зачастую в концентрациях, превышающих допустимые уровни в 5–50 раз и более.

В зонах влияния объектов накопленного вреда высокого риска регистрируются уровни заболеваемости населения, достоверно более высокие (от 1,5 до 10 раз), чем в целом в регионе или в муниципальном образовании.

Нормативно-правовая база оценки объектов накопленного вреда требует развития, особенно в части учёта показателей риска для здоровья населения при установлении категории объекта и очередности его ликвидации (ремедиации, рекультивации).

Направленные обследования населения, включающие элементы биологического мониторинга человека, могли бы стать дополнительным усиливающим фактором, доказательно свидетельствующим об актуальности и срочности ликвидации объекта, и служить основанием для разработки и реализации медико-профилактических программ помощи населению до момента ликвидации объекта накопленного вреда высокого риска.

Данные биомониторинга и направленных исследований целесообразно рассматривать также как показатели при оценке эффективности и результативности мер по ликвидации объектов и при анализе перспектив использования территории для последующего гражданского строительства, рекреационных или иных целей.

## Литература

(п.п. 6–8, 10, 12, 16, 18, 21 см. References)

1. Алыкова О.И., Чуйкова Л.Ю., Чуйков Ю.С. Накопленный экологический вред: проблемы и последствия. Сообщение 1. Государственный реестр ОНВОС. *Астраханский вестник экологического образования*. 2021; (2): 88–113. <https://doi.org/10.36698/2304-5957-2021-2-88-113> <https://elibrary.ru/bjsxvz>
2. Алыкова О.И., Чуйкова Л.Ю., Чуйков Ю.С. Накопленный экологический вред: проблемы и последствия. Сообщение 2. Анализ ситуации. *Астраханский вестник экологического образования*. 2021; (2): 114–37. <https://doi.org/10.36698/2304-5957-2021-2-114-137> <https://elibrary.ru/fmusdm>
3. Зиновьев Д.С., Пичугин Е.А., Черепанов М.В. Основные проблемы государственного реестра объектов накопленного вреда окружающей среде. *Астраханский вестник экологического образования*. 2021; (6): 108–14. <https://doi.org/10.36698/2304-5957-2021-6-108-114> <https://elibrary.ru/kgjrxj>
4. Пичугин Е.А., Черепанов М.В., Симакова Е.В., Шенфельд Б.Е. Актуальные проблемы выявления, учета, категорирования и ликвидации объектов накопленного вреда окружающей среде. *Проблемы региональной экологии*. 2021; (6): 113–21. <https://doi.org/10.24412/1728-323X-2021-6-113-121>
5. ИнЭКА-консалтинг. Голденман Г. Опыт стран Европейского союза и стран Центральной и Восточной Европы в решении проблем прошлого экологического ущерба. Дискуссионный доклад для Всемирного банка; 2006. Доступно: <https://ineca.ru/?dr=projects&projects=social/rel/material&docname=орут>
9. Ледашева Т.Н., Чернышёв Д.А. Анализ зарубежного опыта решения проблем накопленного экологического ущерба. *Науковедение*. 2014; (6): 83. <https://doi.org/10.15862/83EVN614> <https://elibrary.ru/tthknl>
11. Пичугин Е.А., Шенфельд Б.Е. Здоровье граждан и продолжительность их жизни как критерий при оценке негативного воздействия объектов накопленного вреда окружающей среде на состояние окружающей среды и человека. *Экология урбанизированных территорий*. 2021; (3): 62–70. <https://doi.org/10.24412/1816-1863-2021-3-62-70>
13. Ермаков Б.С. Теория нечётких множеств в принятии решений. *Системный анализ и логистика*. 2014; (11): 49–53. <https://elibrary.ru/scoxwp>
14. Звягин Л.С., Макинчев Е.Д. Теория нечетких множеств и функция принадлежности. *Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям*. 2015; (2): 216–9. <https://elibrary.ru/wwwqkz>
15. Зайцева Н.В., Май И.В., Клейн С.В., Кирьянов Д.А., Андришунас А.М., Слюсарь Н.Н. и др. К задаче оценки воздействия объектов накопленного вреда окружающей среде на здоровье граждан и продолжительность их жизни. *Анализ риска здоровью*. 2022; (1): 4–16. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2022.1.01> <https://elibrary.ru/utxorp>
17. Шилов В.В., Маркова О.Л., Кузнецов А.В. Биомониторинг воздействия вредных химических веществ на основе современных биомаркеров. Обзор литературы. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(6): 591–6. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-6-591-596> <https://elibrary.ru/qlaqms>
19. Землянова М.А., Зайцева Н.В., Кольдибекова Ю.В., Пустовалова О.В. Изменения биохимических показателей у детей, подвергающихся воздействию объектов накопленного вреда окружающей среде. *Гигиена и санитария*. 2022; 101(6): 675–82. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-6-675-682> <https://elibrary.ru/qfkdmr>
20. Лужецкий К.П., Устинова О.Ю., Маклакова О.А., Палагина Л.Н. Особенности эндокринных нарушений у детей, проживающих в условиях высокого риска ингаляционного воздействия бензола, фенола и без(а)пирена. *Анализ риска здоровью*. 2014; (2): 97–103. <https://elibrary.ru/sijhzz>
22. Землянова М.А., Зайцева Н.В., Кольдибекова Ю.В., Пескова Е.В., Булатова Н.И. Создание биоинформационной матрицы молекулярных маркеров для прогнозирования риск-ассоциированных нарушений здоровья. *Анализ риска здоровью*. 2022; (2): 174–84. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2022.2.16> <https://elibrary.ru/mkfuij>

## References

1. Alykova O.I., Chuykova L.Yu., Chuykov Yu.S. Accumulated environmental damage: problems and consequences. Message 1. State registry of objects of accumulated environmental damage. *Astrakhanskiy vestnik ekologicheskogo obrazovaniya*. 2021; (2): 88–113. <https://doi.org/10.36698/2304-5957-2021-2-88-113> <https://elibrary.ru/bjsxvz> (in Russian)
2. Alykova O.I., Chuykova L.Yu., Chuykov Yu.S. Accumulated environmental damage: problems and consequences. Message 2. Analysis of the situation. *Astrakhanskiy vestnik ekologicheskogo obrazovaniya*. 2021; (2): 114–37. <https://doi.org/10.36698/2304-5957-2021-2-114-137> <https://elibrary.ru/fmusdm> (in Russian)
3. Zinov'ev D.S., Pichugin E.A., Cherepanov M.V. Main problems of the state register of accumulated environmental harmfuls. *Astrakhanskiy vestnik ekologicheskogo obrazovaniya*. 2021; (6): 108–14. <https://doi.org/10.36698/2304-5957-2021-6-108-114> <https://elibrary.ru/kgjrxj> (in Russian)
4. Pichugin E.A., Cherepanov M.V., Simakova E.V., Shenfel'd B.E. Current issues of identification, accounting, categorization and elimination of the objects of accumulated environmental harm. *Problemy regional'noy ekologii*. 2021; (6): 113–21. <https://doi.org/10.24412/1728-323X-2021-6-113-121> (in Russian)



## Original article

5. InEca consulting, Goldenman G. Experience of the countries of the European Union and the countries of Central and Eastern Europe in solving the problems of the ecological crisis. Discussion paper for the World Bank; 2006. Available at: <https://ineca.ru/?dr=projects&projects=social/pel/material&docname=opyt> (in Russian)
6. Doerle Johannes M. Economic perspectives of brownfield development in Germany – an integrated approach – case study Stuttgart-Feuerbach. City of Stuttgart Department for Environmental Protection; 2022. Available at: [https://rwsenvironment.eu/publish/pages/126584/economic\\_perspectives\\_of\\_brownfield\\_development\\_in\\_germany.pdf](https://rwsenvironment.eu/publish/pages/126584/economic_perspectives_of_brownfield_development_in_germany.pdf)
7. Longo A., Campbell D. The determinants of brownfields redevelopment in England. *Environ. Resour. Econ. (Dordr)*. 2017; 67(2): 261–83. <https://doi.org/10.1007/s10640-015-9985-y>
8. Schaefer W.F., Blokhuis E.G.J., Han Q., Braas J., Kokke C.J.T.M. Brownfield redevelopment: a business approach for regional collaboration. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*. 2010; 141: 11. Available at: <https://www.witpress.com/Secure/elibrary/papers/BF10/BF10001FU1.pdf>
9. Ledashcheva T.N., Chernyshev D.A. Analysis of international experience of cumulative environmental harm problem solution. *Naukovedenie*. 2014; (6): 83. <https://doi.org/10.15862/83EVN614> <https://elibrary.ru/tthknl> (in Russian)
10. Haninger K., Ma L., Timmins C. The value of brownfield remediation. *J. Assoc. Environ. Resour. Econ.* 2017; 4(1): 197–241. <https://doi.org/10.1086/689743>
11. Pichugin E.A., Shenfel'd B.E. The health of citizens and their life expectancy as a criterion for assessing the negative impact of objects of accumulated environmental damage on the state of the environment and man. *Ekologiya urbanizirovannykh territoriy*. 2021; (3): 62–70. <https://doi.org/10.24412/1816-1863-2021-3-62-70> (in Russian)
12. Khan A. Use of fuzzy set theory in environmental engineering applications: a review. *Int. J. Eng. Res. Appl.* 2017; 7(6): 1–6. <https://doi.org/10.9790/9622-0706020106>
13. Ermakov B.S. Fuzzy set theory in decision making. *Sistemnyy analiz i logistika*. 2014; (11): 49–53. <https://www.elibrary.ru/scoxwp> (in Russian)
14. Zvyagin L.S., Makeichev E.D. Fuzzy set theory and membership function. *Mezhdunarodnaya konferentsiya po myagkim vychisleniyam i izmereniyam*. 2015; (2): 216–9. <https://www.elibrary.ru/wvyqkz> (in Russian)
15. Zaitseva N.V., May I.V., Kleyn S.V., Kiryanov D.A., Andrishunas A.M., Sliusar N.N., et al. On assessing impacts exerted by objects of accumulated environmental damage on human health and life expectancy. *Analiz riska zdorov'yu*. 2022; (1): 4–16. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2022.1.01> <https://elibrary.ru/siudtg>
16. Salomon J.A., Haagsma J.A., Davis A., de Noordhout C.M., Polinder S., Havelaar A.H., et al. Disability weights for the Global Burden of Disease 2013 study. *Lancet Glob. Health*. 2015; 3(11): e712–23. [https://doi.org/10.1016/s2214-109x\(15\)00069-8](https://doi.org/10.1016/s2214-109x(15)00069-8)
17. Shilov V.V., Markova O.L., Kuznetsov A.V. Biomonitoring of influence of harmful chemicals on the basis of the modern biomarkers. Literature review. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2019; 98(6): 591–6. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-6-591-596> <https://elibrary.ru/qlaqms> (in Russian)
18. Vrijens J., Leermakers M., Stalpaert M., Schoeters G., Den Hond E., Bruckers L., et al. Trace metal concentrations measured in blood and urine of adolescents in Flanders, Belgium: reference population and case studies Genk-Zuid and Menen. *Int. J. Hyg. Environ. Health*. 2014; 217(4–5): 515–27. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2013.10.001>
19. Zemlyanova M.A., Zaytseva N.V., Kol'dibekova Yu.V., Pustovalova O.V. Changes in biochemical parameters in children exposed to objects of accumulated environmental damage. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2022; 101(6): 675–82. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-6-675-682> <https://elibrary.ru/qfkdmr> (in Russian)
20. Luzhetskij K.P., Ustinova O.Yu., Maklakova O.A., Palagina L.N. Characteristics of endocrine disorders in children, living in conditions of high level risk of inhalation exposure to benzene, phenol, benzo (a) pyrene. *Analiz riska zdorov'yu*. 2014; (2): 97–103. <https://www.elibrary.ru/sijhzz> (in Russian)
21. El Fadili H., Ali M.B., Touach N., El Mahi M. Ecotoxicological and pre-remedial risk assessment of heavy metals in municipal solid wastes dumpsite impacted soil in Morocco. *Environ. Nanotechnol. Monit. Manag.* 2021; 17: 100640. <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2021.100640>
22. Zemlyanova M.A., Zaytseva N.V., Kol'dibekova Yu.V., Peskova E.V., Bulatova N.I. Creating bioinformatics matrix of molecular markers to predict risk-associated health disorders. *Analiz riska zdorov'yu*. 2022; (2): 174–84. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2022.2.16> <https://elibrary.ru/mkfuij> (in Russian)