

DOI: 10.12731/2658-6649-2023-15-5-944

УДК 614,7



Научная статья

## ШЛАМОТВАЛЬНОЕ ХОЗЯЙСТВО БЫВШЕГО ФОСФОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ КАК ОБЪЕКТ НАКОПЛЕННОГО ВРЕДА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ И ИСТОЧНИК РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

*Н.В. Зайцева, И.В. Май, Е.В. Максимова,  
Л.В. Чупахина, Т.В. Селянова*

**Введение.** Актуальность исследования определена наличием на территории Российской Федерации большого числа объектов накопленного вреда и важностью выделения приоритетов в части ликвидации и снижения угроз для населения и окружающей природной среды.

**Цель:** оценка и характеристика риска для здоровья населения в зоне влияния шламоотвального хозяйства - места хранения отходов бывшей экономической деятельности фосфорного предприятия.

**Материалы и методы.** Объект исследования – шламоотвалы общим объемом отходов более 287 тыс.м<sup>3</sup>, расположенные в непосредственной близости к жилой застройке. Период существования как бесхозного объекта – 14 лет. Занимаемая площадь – 8,4 га. Выполнен сбор фондовых материалов, технической документации по объекту накопленного вреда, проведены масштабные инструментальные исследования почв, поверхностных вод, атмосферного воздуха. Оценка риска проведена по методике, основанной на теории нечетких множеств, учтено более 50 качественных и количественных параметров состояния самого объекта, а также атмосферного воздуха, природных вод, почв и здоровья населения прилегающих территорий.

**Результаты.** Доказано, фосфорное шламоотвальное хозяйство формирует загрязнение природных объектов тяжелыми металлами (марганец, мышьяк, кадмий, кобальт, никель, ртуть, свинец). Зафиксированы превышения до 7,5ПДК в воде по никелю, до 10ПДК по ртути. В почвах, кроме металлов, выявлены недопустимые уровни нефтепродуктов и микробных агентов. Риск для здоровья жителей ближайшего поселения характеризуются как

«высокий». Основные причины высокого риска – токсичность отходов, длительность существования объекта как источника загрязнения, близость к местам постоянного проживания граждан.

**Заключение.** Объект формирует высокие риски для здоровья и подлежит первоочередной ликвидации.

**Ключевые слова:** шламоотвальные хозяйства; экологический ущерб; риски для здоровья населения; объекты накопленного вреда; генеральная уборка

**Для цитирования.** Зайцева Н.В., Май И.В., Максимова Е.В., Чупахина Л.В., Селянова Т.В. Шламоотвальные хозяйства бывшего фосфорного предприятия как объекты накопленного вреда окружающей среде и источники рисков для здоровья населения // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2023. Т. 15, №5. С. 322-342. DOI: 10.12731/2658-6649-2023-15-5-944

Original article

## SLUDGE DEPOSITS OF A FORMER PHOSPHOR-PRODUCING PLANT AS AN OBJECT OF ACCUMULATED ENVIRONMENTAL DAMAGE AND A SOURCE OF PUBLIC HEALTH RISKS

*N.V. Zaitseva, I.V. May, E.V. Maksimova,  
L.V. Chupakhina, T.V. Selyanova*

**Introduction.** The study is relevant due to many objects of accumulated environmental damage located in Russia and the necessity to identify priority ones for immediate elimination to reduce health and environmental hazards.

**The aim of the study** was to assess and characterize public health risks on a territory influenced by sludge deposits created by formed economic activities of a phosphor-producing plant.

**Materials and methods.** Sludge deposits with the total volume of wastes higher than 287 thousand m<sup>3</sup> were selected as a research object. They were located in close proximity to a residential area and had been abandoned for 14 years. Their total square equaled 8.4 hectares. We collected background data and technical documentation on the object of accumulated environmental damage and accomplished wide-scale instrumental measurements of soils, surface water, and ambient air on the territory influenced by it. Health risks were assessed using the method based on fuzzy set theory; more than 50 quantitative and qualitative indicators

were considered in the process. They described the object itself as well as ambient air, water, soil, and public health on adjoining territories.

**Results.** The study gave evidence that the phosphor sludge deposits polluted environmental objects with heavy metals (manganese, arsenic, cadmium, cobalt, nickel, mercury, and lead). Nickel levels in water equaled 7.5 MPC and mercury levels reached 10 MPC. Apart from metals, soils were polluted with impermissible levels of oil products and microbes. Health risks were estimated as 'high' for people living in the closest settlement. Major causes for such high risks include toxicity of wastes, a long period during which the object has existed as a source of pollution, and its proximity to residential areas.

**Conclusion.** The object creates high health risks and is to be eliminated immediately.

**Keywords:** sludge deposits; environmental damage; public health risks; objects of accumulated damage; general cleaning

**For citation.** Zaitseva N.V., May I.V., Maksimova E.V., Chupakhina L.V., Selyanova T.V. Sludge Deposits of a Former Phosphor-Producing Plant as an Object of Accumulated Environmental Damage and a Source of Public Health Risks. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2023, vol. 15, no. 5, pp. 322-342. DOI: 10.12731/2658-6649-2023-15-5-944

Длительная, ресурсоемкая, не всегда экологически безопасная хозяйственная деятельность человека в ряде случаев приводила к тому, что после завершения функционирования предприятия и организации оставляли после себя уже неиспользуемые, но загрязняющие окружающую среду объекты. Такими объектами являлись и являются до настоящего времени места складирования бытовых и промышленных отходов, отвалы породы, шламонакопители, заброшенные здания, сооружения, склады невостребованных агрохимикатов и т.п. Нередко такие объекты находятся либо в границах поселений, либо в непосредственной близости к ним [1, 2, 7].

Ситуация носит общемировой характер [6, 23]. Каждая страна создает собственную систему управления объектами накопленного экологического ущерба [12, 13]. При этом мировой опыт позволил выработать важнейшие принципы и подходы к ликвидации опасных объектов, негативное воздействие которых не было устранено или устранено в полном объеме. Такими принципами являются:

- привлечение виновников возникновения объектов накопленного экологического ущерба к финансированию мероприятий по их ликвидации;

- признание обязательств государства в случаях, когда виновник не найден, не платежеспособен или истек срок давности действия закона;
- обязательность исследования территории на предмет наличия опасностей разной природы и происхождения;
- приоритет рекультивации тех территорий, влияние которых на состояние окружающей среды и здоровье людей вызывает наибольшие опасения; прочие объекты могут оставаться законсервированными на длительный период;
- обеспечение информирования всех заинтересованных сторон о состоянии территории до и после проведения ликвидационных работ.

В Российской Федерации Федеральным законом от 3 июля 2016 г. № 254-ФЗ предусмотрено категорирование объектов накопленного вреда окружающей среде (ОНВОС) для определения из них приоритетных «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).

В целом в стране зарегистрировано более 3,5 тысяч объектов, обладающих признаками накопленного вреда окружающей среде. Один из таких объектов расположен в Самарской области. Это шламоотвальное хозяйство бывшего фосфорного химического завода. Завод существовал с 1963 года и выпускал различную продукцию на основе производства желтого фосфора. Шламоотвальное хозяйство являлось структурным подразделением цеха очистки химически загрязненных сточных вод и переработки фосфорсодержащего шлама. В 2008 году предприятие было ликвидировано, однако место хранения отходов своевременно не рекультивировали, и оно, до настоящего времени, продолжает оставаться источником загрязнения окружающей среды.

Анализ ранее выполненных исследований на аналогичных местах хранения отходов показал, что одной из особенностей воздействия фосфорных отвалов на окружающую природную среду является накопление тяжелых металлов в самих отвалах и дальнейшее их распространение с помощью водного и ветрового переноса на прилегающие природные экосистемы [4, 8, 11, 15, 26, 27].

В ряде работ описано химическое загрязнение почв и природных вод металлами в зонах хранения шламов [10, 21, 28]. Доказано что длительное хранение шламов аналогичного состава существенно ухудшает качество природных вод [16, 26]. В ряде исследований указывается на

вероятное микробное загрязнение территорий, прилегающих к объектам накопленного вреда [3, 14, 22, 28]. Выявлено, что страдает биологическое разнообразие растительности [17, 21]. И отечественные и зарубежные публикации свидетельствуют о доказанном ухудшении показателей состояния здоровья населения, постоянно проживающего в зонах влияния мест складирования промышленных отходов прошлой экономической деятельности [9, 14, 18, 25].

Потенциальные негативные эффекты, делают актуальным оперативную оценку опасностей и рисков, которые создают заброшенные бесхозные фосфорные отвалы с позицией определения их значимости и приоритетов в рамках программ ликвидации объектов накопленного вреда.

**Цель.** Оценка и характеристика риска для здоровья населения, которое формирует шламоотвальное хозяйство, расположенное на территории одного из городов Самарской области Российской Федерации.

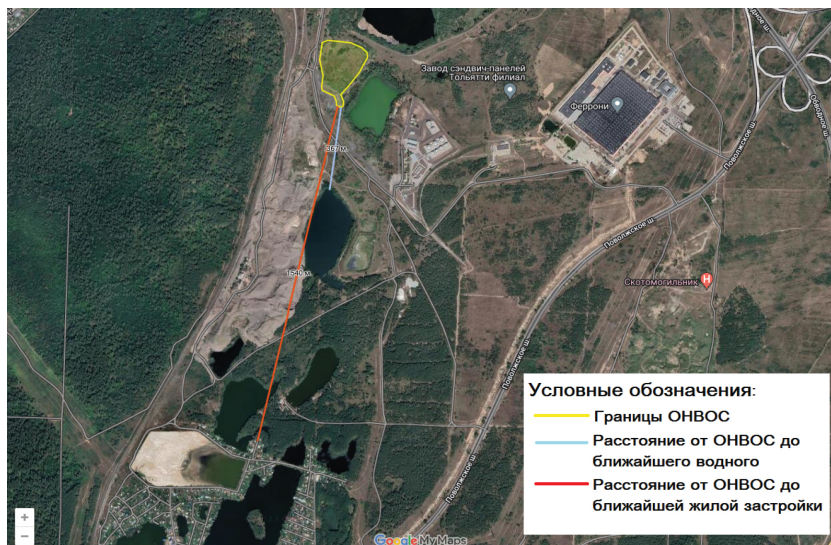
### **Материалы и методы**

Объект исследования – шламоотвальное хозяйство бывшего химического предприятия, выпускавшего сложные фосфорные удобрения, синтетические моющие средства, фосфатирующие и моющих концентраты для автомобильной промышленности и т.п. Также в составе завода функционировало производство сернистого алюминия – коагулянта, применяемого в системах очистки сточных вод.

В 2002 году предприятие было доведено до банкротства. Накопившиеся при ликвидации завода фосфорсодержащие отходы, некондиционные отходы детергентов и другие опасные отходы были складированы на промплощадке частично под завалами строительных конструкций, а также в грунтах, в наземных и подземных емкостях, поддонах, бочках, в технологическом оборудовании, в подземных сооружениях и внутриплощадочных сетях. На момент обследования в состав шламоотвального хозяйства входили хранилища коттрельного молока и известкового фосфорсодержащего шлама после очистки сточных вод.

Объект удален от жилой застройки на расстоянии около 1540 м. Расстояние объекта до ближайшего водного объекта – менее 370 м. Шламонакопитель расположен в границах поселения и в третьем поясе зоны санитарной охраны источника питьевого водоснабжения.

Аэрофотоснимок земельного участка шламоотвального хозяйства с прилегающей жилой застройкой приведен на рисунке.



**Рис.** Карта-схема расположения отходов относительно жилой застройки и водного объекта

Для оценки рисков здоровью использованы фондовые данные санитарной службы, органов здравоохранения и материалы, подготовленные территориальной службой по надзору в сфере природопользования. Инструментальные исследования на объекте выполнялись с августа по октябрь 2022 г. силами аккредитованных в установленном порядке испытательно-лабораторных центров Межрегионального управления по Самарской и Ульяновской областям совместно с Центром лабораторного анализа и технических измерений по Приволжскому федеральному округу Российской Федерации и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области». Все исследования выполнялись с применением стандартизованных методов отбора и анализа проб.

Для оценки риска объекта накопленного вреда для здоровья населения применяли методические подходы<sup>2</sup>, разработанные и утвержденные Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

<sup>2</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 по: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_423034/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_423034/)

Объект оценивали по 50 качественным и количественным показателям, объединенных в несколько групп: общие параметры объекта; климатические характеристики территории размещения объекта; пространственные характеристики по отношению к населенным пунктам; геолого-технологические характеристики; характеристика объектов среды обитания в зоне влияния объекта и на ближайшей жилой застройке. Каждой группе показателей придавали весовой коэффициент значимости.

Внутри отдельной группы каждый показатель шкалировали, учитывая уровень опасности для здоровья с учетом экспертного распределения весовых вкладов отдельных показателей и группы в целом (компонентные риски показателей и группы в целом) в совокупный риск нарушения здоровья и сокращения продолжительности жизни населения, постоянно проживающего в зоне влияния объекта НВОС. При том потенциальные нарушения здоровья дифференцировали с вероятной тяжести заболеваний [19, 20, 24].

Пример градирования параметров отдельных показателей приведен в таблице 1.

Таблица 1.

**Фрагмент перечня показателей опасности объектов размещения отходов, являющихся источником накопленного вреда окружающей среде, с критериями диапазонов опасности**

Показатель шкалы	Единицы измерения	Категории опасности объекта НВОС				
		Пренебрежимо малая	Низкая	Средняя	Высокая	Очень высокая
Общая характеристика объекта НВОС						
Период существования объекта	лет	[0;2];[40;+∞]	(40;30]	(30;20]	(20;10]	(10;2]
...						
Степень захламления прилегающей территории	штп/100 кв м	[0;1]	(1;2]	(2;5]	(5;10]	(10;+∞)
Техническое состояние объектов НВОС (степень разрушения)	%	[0;25]	(25;50]	(50;75]	(75;99]	полностью разрушен
Климатические характеристики территории размещения объекта НВОС						
Размещение в зоне вечной мерзлоты	–	нет	нет	нет	в слое сезонного промерзания	в зоне твердомерзлых грунтов
...						

Вероятность и масштабы чрезвычайных ситуаций	–	нет	нет	нет	да	да
Расположение в зоне опасных природных явлений	–	нет	нет	нет	да	да
Пространственные характеристики объекта НВОС относительно мест пользования населением						
Расположение объектов НВОС относительно зон санитарной охраны источников питьевого водоснабжения /	–	За пределами ЗСО	За пределами ЗСО	В третьем поясе ЗСО	Во втором поясе ЗСО	В первом поясе ЗСО
Наличие водоочистки/водоподготовки при заборе воды из поверхностного и/или подземного источника для хозяйственно-питьевых нужд в зоне влияния объектов НВОС	–	да	да	нет	нет	нет
...						
Кратность превышения заболеваемости населения в ближайшей жилой застройке (муниципальном образовании) относительно среднерегионального/среднетерриториального уровня	раз	[1]	(1;1,2]	(1,2;1,5]	(1,5;2]	(2;+∞)
Геологические и гидрологические показатели территории						
Наличие обваловок, ограждений, отводных каналов и пр.	–	да	да	нет	нет	нет
Показатели качества объектов среды обитания						
Показатель качества атмосферного воздуха в зоне объектов НВОС	доли ПДК, ОБУВ	[0;0,5ПДК]	(0,5ПДК; 1ПДК]	(1ПДК; 2ПДК]	(2ПДК; 5ПДК]	(5ПДК;+∞)
Наличие жалоб населения на качество атмосферного воздуха	ед./год	[0]	[0]	[1;5)	(5;10)	(10;+∞)



...						
Показатель качества почвы в ближайшей жилой застройке	ед. измер.	[0;BOR1]**	(BOR1;BOR2]	(BOR2;BOR3]	(BOR3;BOR4]	(BOR4;+∞)

*Примечания:* \*Перечень показателей не ограничен и определяется исключительно спецификой объекта и его влиянием на среду обитания;

\*\* – BOR1, BOR2, BOR3, BOR4 – верхние значения диапазонов показателей качества объектов среды обитания в соответствии с их принадлежностью к 5-ти категориям риска здоровью соответственно.

Комплексная оценка самого объекта, параметров среды обитания и ответов со стороны здоровья обеспечивает расчет, генерируются показатели риска, ассоциированные с существованием объекта накопленного вреда. Совокупный риск ( $R$ ) по всем группам показателей рассчитывали по формуле:

$$R = \sum_j R_j v_j, \text{ где:}$$

$R_j$  – величина риска здоровью от  $j$ -ой группы показателей;

$v_j$  – весовой вклад  $j$ -ой 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 присваивалась категория, соответствующая максимальному значению функции принадлежности. Объект по результатам расчета риска относили к одной из установленных категорий: низкий (диапазона значений риска [0;0,25]); умеренный (0,15;0,45]; средний (0,35; 0,65]; высокий (0,55;0,85]; чрезвычайно высокий (0,75;1,0]. Объекту НВОС присваивается категория, соответствующая максимальному значению функции принадлежности.

Метод обеспечивает сравнимость объектов НВОС между собой и возможность относить объект к определенной категории риска негативного воздействия:

## Результаты

Анализ фондовых материалов показал, что шламоотвал как бесхозный объект существует более 14 лет. Общая масса накопленных отходов составляет порядка 287 тысяч куб.м. Площадь шламоотвала составляет 8,4 гектара. Общая масса накопленных отходов составляет 287,0 тыс. м<sup>3</sup>. Ветра дуют в сторону жилой застройки в среднем с частотой порядка 12%.

Состав отходов – шламы и остатки некондиционных продуктов I-IV классов опасности с содержанием фосфора, органических веществ (фосфорсодержащих шламов, строительных отходов, загрязненных фосфором, серы комовой, органической жидкости, загрязненной фосфором, отходов извести некондиционной, несортированного мусора от сноса и разборки зданий). Фосфат-ионы в составе шламоотвала составляют от 15 до 22% (в зависимости от точки отбора пробы на объекте). Влажность шлама – от 7,1 до 7,4%. Порядка 70 % составляют инертные отходы (диоксид кремния).

Химический состав шламоотвала характеризуется присутствием целого комплекса металлов: марганец (до 0,25 массовых %); цинка (до 0,02%), мышьяка, кобальта, свинца (с массовыми долями порядка 0,01%).

Опасные вещества и отходы располагаются как внутри зданий, сооружений, так и на открытых площадках.

Для хранилища коттрельного молока, ввиду его особой токсичности, был запроектирован двойной экран с внутренним пластовым дренажем. Верхний экран выполнен из полиэтиленовой пленки толщиной 0,2 мм, второй из суглинка. Дренаж – для сбора химзагрязненной воды предполагал ее отвод через насосную обратно в шламонакопитель. После ликвидации предприятия насосная была демонтирована неустановленными лицами.

Лабораторный анализ показал, что почвы вблизи шламоотвального хозяйства интенсивно загрязнены: концентрации фосфорных соединений (валовый фосфор и фосфат-ионы) достигают в отдельных точках 250 мг/кг и 320 тыс. мг/кг при фоновом уровне 3,4 мг/кг и 29 тыс. мг/кг соответственно.

В почве зафиксировано присутствие целого комплекса тяжелых металлов, в том числе канцерогенов: никеля, мышьяка, свинца, кадмия. Некоторые показатели качества почв в зоне расположения объекта представлены в таблице 2.

В отдельных пробах содержание никеля превышало фоновый уровень почти в более чем в пять раз, свинца – в два раза. Концентрация марганца фиксировалась на уровнях в 10 раз выше, чем в фоновой точке. Содержание нефтепродуктов в почве в зоне объекта выше, чем в фоновой концентрации в 2,27 раз.

В атмосферном воздухе в зоне шламоотвального хозяйства отмечены превышения предельно допустимых концентраций по сере диоксиду до 10 ПДКм.р., азот (II) оксиду до 4,6 ПДКм.р. и взвешенным веществам до 2,5ПДКм.р. По фосфорному ангидриду, который является маркером для объектов хранения фосфорных предприятий, нарушений гигиенических нормативов выявлено не было, но в 100% проб вещество фиксировали в значимых концентрациях (т.н. выше порога чувствительности метода).

Таблица 2.

**Показатели качества почв в зоне расположения шламоотвального хозяйства  
(для металлов – подвижные формы содержание, глубина 0,05-0,2 м)**

№№ п/п	Определяемые показатели	Единицы измерения	Результаты испытания	Фоновая точка
1	Валовый фосфор	%	250	3,4
2	Фосфат-ионы	мг/кг	320000*	29000*
3	Сульфат-ионы	ммоль/100 г	7,5±0,6	4,1±0,4
4	Хлорид-ион	ммоль/100 г	1,05±0,16	0,24±0,04
5	Нитритный азот	мг/кг	0,23±0,09	0,060±0,023
6	Нефтепродукты	мг/кг	680±170	300±80
7	Марганец	мг/кг	3300	353±35
8	Цинк	мг/кг	640±100	23,0±7,0
9	Никель	мг/кг	108±25	23,0±9,0
10	Свинец	мг/кг	91±34	<30
11	Медь	мг/кг	78±25	<20

Примечание: \*указано максимально зафиксированное значение

Таблица 3.

**Некоторые показатели качества поверхностных вод используемых  
в рекреационных целях вблизи шламоотвального хозяйства**

№№ п/п	Определяемые показатели	Единицы измерения	Результаты испытания	Фоновая точка
1	Фосфат-ионы	мг/дм <sup>3</sup>	4,070±0,600	0,140±0,022
2	Сульфат-ионы	мг/дм <sup>3</sup>	530±80	60,0±9,0
3	Хлорид-ион	мг/дм <sup>3</sup>	155±14	92,0±8,0
4	Нитрит-ион	мг/дм <sup>3</sup>	0,130±0,018	<0,02
5	Нефтепродукты	мг/кг	0,540±0,140	0,110±0,039
6	Цинк	мг/кг	0,0087±0,0040	0,0067±0,0031
7	Свинец	мг/кг	0,203±0,050	0,170±0,040
8	Взвешенные вещества	мг/кг	15,0±1,8	6,0±1,1

Крайне настораживающим явился факт высокого загрязнения поверхностных вод используемых в рекреационных целях (таблица 3). В воде присутствовали те же компоненты, которые были характерны для объекта накопленного вреда: весь комплекс тяжелых металлов, нефтепродукты, различные формы фосфорсодержащих веществ. В таблице 3 приведены показатели по веществам, уровни которых превышали предельно-допустимые значения и/или фоновые значения компонентов. Обращает на себя

внимание высокая степень минерализации природных вод – концентрация сульфат-ионов была выше, чем в фоновой точке почти в девять раз, фосфат-ионов – в 7 раз. Очень высок уровень содержания в водах нитрит – ионов, которые при попадании в организм человека могут являться исходным материалом для образования нитрозаминов – опасных соединений с канцерогенными и мутагенными свойствами.

### **Обсуждение**

Полученные результаты подтвердили гипотезу о значительном потенциальном влиянии длительно существующих шламоотвальных хозяйств среду обитания населения близлежащих территорий. Почти 20 лет фосфорные соединения и тяжелые металлы фильтровались через почвы в подземные горизонты, в том числе водоносные. Поскольку грунтовые воды находятся в непосредственном выходе, гидроизоляционный экран отсутствует, поверхностные водоисточники оказались незащищенными, что привело к их загрязнению.

Ситуация позволяла предполагать негативное влияние ОНВОС и на здоровье населения. Только за период с 2018 по 2022 гг. в органы санитарного надзора поступило 33 жалобы жителей на загрязнение атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод объектами, расположенным на территории бывшего фосфорного предприятия, включая шламонакопитель, В 2019 г. в городе прошел экологический митинг, резолюцию которого подписали 372 гражданина. Подписавшие резолюцию лица отмечали загрязнение атмосферного воздуха в результате возгораний отходов и/ или иных аварийных ситуаций на территории объекта накопленного экологического вреда.

Анализ медицинской статистики показал, что у граждан, постоянно проживающих вблизи объекта накопленного вреда, частота заболеваний эндокринной системы и нарушения обмена веществ выше среднерегionalных и среднетерриториальных значений: у детей (в 5,24 раз), подростков (в 5,61 раз) и взрослого населения (в 5,76 раз). Частота регистраций заболеваний костно-мышечной системы выше данных территории сравнения в 9 раз (9,05/8,26/8,74 раз соответственно). По таким нозологиям как врожденные аномалии, нарушение системы кровообращения, болезни органов дыхания, болезни печени, болезни мочеполовой системы – показатели заболеваемости превышали почти в три раза во всех возрастных группах.

Таким образом, очевидно, что риски, рассчитанные по данным изучения объектов среды обитания, реализуются в форме конкретных заболеваний и детского и взрослого населения из зоны влияния ОНВОС.

Объект подлежат ликвидации в приоритетном порядке в краткосрочной перспективе.

К сожалению, на текущий момент действующий Приказ Министерства природных ресурсов не рассматривает риск для здоровья населения как обязательный составной элемент критериев категорирования объектов. Сопряжение оценок ущерба для окружающей среды для здоровья жителей представляется крайне актуальным и важным процессом, требующим нормативного закрепления. Усилением фактора значимости объектов как первоочередных для ликвидации могли бы стать специальные углубленные исследования, включающие элементы биомониторинга человека. В научной литературе на сегодня достаточно доказательств того, что повышенные уровни техногенных токсикантов в биологических средах населения, прежде всего детского, могут являться серьезной доказательной базой негативного воздействия объекта на здоровье. Показатели состояния здоровья населения и в отечественной и в зарубежной практике рассматриваются как важнейшие аргументы в пользу определения объекта как приоритетного с позиций приведения к нормативному состоянию [5, 9, 10, 22, 25].

### **Заключение и выводы**

Длительное существование шламоотвала бывшего фосфорного производства формирует загрязнение почв, природных водных объектов и почв целым комплексом тяжелых токсичных металлов, нефтепродуктами, органическими и неорганическими фосфорсодержащими соединениями. Риски для здоровья жителей ближайших населенных пунктов характеризуются как «высокие».

Объект подлежит первоочередной ликвидации, что, несомненно, приведет к улучшению экологической ситуации и медико-демографических показателей состояния здоровья жителей. Проведение работ по ликвидации шламоотвального хозяйства и рекультивации участка, кроме того, позволит вернуть в хозяйственный оборот порядка 8,4 га муниципальных земель.

### **Список литературы**

1. Алыкова О.И., Чуйкова Л.Ю., Чуйков Ю.С. Накопленный экологический вред: проблемы и последствия. Сообщение 1. Государственный реестр ОН-ВОС // Астраханский вестник экологического образования. 2021. № 2 (62). С. 88-113. <https://doi.org/10.36698/2304-5957-2021-2-88-113>
2. Алыкова О.И., Чуйкова Л.Ю., Чуйков Ю.С. Накопленный экологический вред: проблемы и последствия. Сообщение 2. Анализ ситуации // Астра-

- ханский вестник экологического образования. 2021. № 2 (62). С. 114-137. <https://doi.org/10.36698/2304-5957-2021-2-114-137>
3. Березин Г.И., Кондакова Л.В., Домрачева Л.И., Дабах Е.В. Особенности микробных группировок почв в районе Кильмезского полигона захоронения ядохимикатов (Кировская область) // Принципы экологии. 2016. № 2. С. 4-15.
  4. Буковский М.Е., Решетов И.С. Влияние фосфогипсовых отвалов Уваровского химического завода на экологическое состояние реки Вороны // Вестник тамбовского университета. Серия: естественные и технические науки. 2017. Т. 22, №5-1. С. 777-779. <https://doi.org/10.20310/1810-0198-2017-22-5-777-779>
  5. Вековщина С.А., Клейн С.В., Ханхареев С.С., Макарова Л.В., Мадеева Е.В., Болошинова А.А. Оценка качества среды обитания и рисков для здоровья населения г. Закаменска – территории длительного хранения отходов Джидинского вольфрамо-молибденового комбината // Гигиена и санитария. 2017. Т. 96, №1. С. 15-20. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-1-15-20>
  6. Голденман Г. Опыт стран Европейского союза и стран Центральной и Восточной Европы в решении проблем прошлого экологического ущерба. Дискуссионный доклад для Всемирного банка // ИнЭкА-консалтинг. 2006. URL: <https://ineca.ru/?dr=projects&projects=social/pel/material&docname=опыт> (дата обращения: 02.03.2023).
  7. Дубовик Д.М. Объекты накопленного вреда: к вопросу о несанкционированных свалках // Российское право: образование, практика, наука. 2022. № 3. С. 93-99. [https://doi.org/10.34076/2410\\_2709\\_2022\\_3\\_93](https://doi.org/10.34076/2410_2709_2022_3_93)
  8. Елсукова Е.Ю., Недбаев И.С., Кузьмина Д.С. Загрязнение почв в зоне воздействия производства фосфорных удобрений // Вестник Санкт-Петербургского университета. 2022. 67 (4). <https://doi.org/10.21638/spbu07.2022.406>
  9. Зайцева Н.В., Май И.В., Клейн С.В., Ханхареев С.С., Болошинова А.А. Научно-методические аспекты и практический опыт формирования доказательной базы причинения вреда здоровью населения в зоне влияния отходов прошлой экономической деятельности // Гигиена и санитария. 2017. Т. 96. № 11. С. 1038-1044. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-11-1038-1044>
  10. Иванова Ю.С., Горбачев В.Н. Загрязнение почв тяжелыми металлами под влиянием несанкционированных свалок (медико-экологический аспект) // Ульяновский медико-биологический журнал. 2012. № 1. С. 119-124.
  11. Иванцова Е.А. Оценка воздействия ликвидации техногенного массива размещения отходов производства и потребления на атмосферный воздух //

- Инновационные технологии защиты окружающей среды в современном мире: материалы Всероссийской научной конференции с международным участием молодых ученых и специалистов. Казань, 2021. С. 1363-1368.
12. Кабацкая Л.Н. Зарубежный опыт правового регулирования ликвидации накопленного вреда окружающей среде // Журнал зарубежного законодательства и сравнительного правоведения. 2020. № 1. С. 114-128. <https://doi.org/10.12737/jflcl.2020.005>
  13. Ледашева Т.Н., Чернышёв Д.А. Анализ зарубежного опыта решения проблем накопленного экологического ущерба // Науковедение: интернет-журнал. 2014. № 6 (25). 12 с. <https://doi.org/10.15862/83EVN614>
  14. Гигиеническая оценка канцерогенного риска здоровью населения, ассоциированного с загрязнением депонирующих сред тяжелыми металлами / В.М. Боев, Л.В. Зеленина, Л.Х. Кудусова, Е.А. Кряжева, Д.О. Зеленин // Анализ риска здоровью. 2022. № 1. С. 17–26. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2022.1.02>
  15. Плеханова И.О., Аймалетдинов Р.А. Влияние отходов производства фосфорных удобрений на экологическое состояние близлежащих территорий // Проблемы агрохимии и экологии. 2014. № 1. С. 50-54.
  16. Сахаров В.А., Морозова О.А., Выпращкин Е.Н., Файзулин Д.Р. Влияние свалки твердых бытовых отходов на водные объекты (на примере городской свалки в городе Южно-Сахалинске) // Ученые записки Сахалинского государственного университета. 2015. № 1 (11–12). С. 87-91.
  17. Свинолупова Л.С., Чиванова С.В., Огородникова С.Ю. Сравнительная характеристика биохимических реакций растений на загрязнение почвы фосфор- и фторсодержащими соединениями // Бизнес. Наука. Экология родного края: Проблемы и пути их решения. 2013. С. 119-122
  18. Соловьянов А.А. Ликвидация объектов накопленного вреда, возникших при загрязнении окружающей среды нефтяными углеводородами // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2021. № 1 (298). С. 8-17.
  19. GBD Diseases and Injuries Collaborators. Global burden of 369 diseases and injuries, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019 // The Lancet. 17 October 2020. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30925-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30925-9)
  20. Global Burden of Disease Study 2019 (GBD 2019) Disability Weights. URL: <https://ghdx.healthdata.org/record/ihme-data/gbd-2019-disability-weights> (дата обращения: 06.03.2023).
  21. Kassir L. N., Lartiges B., Ouaini N. Effects of fertilizer industry emissions on local soil contamination: a case study of a phosphate plant on the east Mediterranean coast // Environmental technology. 2012. Vol. 33. No. 8. P. 873-885.

22. Kleyn S.V., Vekovshinina S.A. Priority risk factors related to drinking water from centralized water supply system that create negative trends in population health // *Health Risk Analysis*. 2020. No 3. P. 48-59.
23. Lin H., Zhu Y., Ahmad N. et al. A scientometric analysis and visualization of global research on brownfields // *Environ Sci Pollut Res*. 2019. Vol. 26. P. 17666-17684. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05149-3>
24. Minsu Ock, Bomi Park, Hyesook Park, In-Hwan Oh, Seok-Jun Yoon, Bogeum Cho, and Min-Woo Jo Disability Weights Measurement for 289 Causes of Disease Considering Disease Severity in Korea // *J Korean Med Sci*. 2019 Mar 26. Vol. 34 Suppl 1, e60. <https://doi.org/10.3346/jkms.2019.34.e60>
25. Ojuri O.O., Ayodele F.O., Oluwatuyi O.E. Risk assessment and rehabilitation potential of a millennium city dumpsite in Sub-Saharan Africa // *Waste Manag*. 2018. Vol. 76. P. 621-628. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.03.002>
26. Othman I., Al-Masri M. S. Impact of phosphate industry on the environment: a case study // *Applied Radiation and Isotopes*. 2007. Vol. 65, No. 1. P. 131-141.
27. Tayibi H., Choura M., Lopez F.A., Alguacil F.J., Lopez-Delgado A. Environmental impact and management of phosphogypsum // *J. Environ. Manag*. 2009. Vol. 90 (8). P. 237-238.
28. Tenodi S., Krčmar D., Agbaba J., Zrnić K., Radenović M., Ubavin D., Dalmacija B. Assessment of the environmental impact of sanitary and unsanitary parts of a municipal solid waste landfill // *J. Environ. Manage*. 2020. Vol. 258. P. 110019. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.110019>

### References

1. Alykova O., Chuikova L., Chuikov Yu. Accumulated environmental damage: problems and consequences. Message 1. State registry of objects of accumulated environmental damage. *Astrakhanskii vestnik ekologicheskogo obrazovaniya* [Astrakhan Bulletin of Environmental Education], 2021, no. 2 (62), pp. 88-113. <https://doi.org/10.36698/2304-5957-2021-2-88-113>
2. Alykova O., Chuikova L., Chuikov Yu. Accumulated environmental damage: problems and consequences. Message 2. Analysis of the situation. *Astrakhanskii vestnik ekologicheskogo obrazovaniya* [Astrakhan Bulletin of Environmental Education], 2021, no. 2 (62), pp. 114-137. <https://doi.org/10.36698/2304-5957-2021-2-114-137>
3. Berezin G.I., Kondakova L.V., Domracheva L.I., Dabakh E.V. Features of soil microbial groups in the area Kilmezsky landfill dumping of toxic chemicals (Kirov region). *Printsipy ekologii* [Principles of ecology], 2016, no. 2 (18), pp. 4-15.



4. Bukovsky M.E., Reshetov I.S. Influence of phosphogypsum drops of Uvarovo chemical plant on ecological state of Vorona river. *Tambov University Reports. Series Natural and Technical Sciences*, 2017, vol. 22, no. 5-1, pp. 777-779. <https://doi.org/10.20310/1810-0198-2017-22-5-777-779>
5. Vekovshina S.A., Kleyn S.V., Khankhareev S.S., Makarova L.V., Madeeva E.V., Boloshinova A.A. The assessment of environmental quality and risks for the population of the city of Zakamensk - territory of long-term storage of waste of Dzhidinsky tungsten-molybdenum combine. *Gigiena i sanitariya* [Hygiene and sanitary], 2017, vol. 96, no. 1, pp. 15-20. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-1-15-20>
6. Goldenman G. Opyt stran Evropeiskogo soyuza i stran Tsentral'noi i Vostochnoi Evropy v reshenii problem proshlogo ekologicheskogo ushcherba. Diskussionnyi doklad dlya Vsemirnogo banka [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]. *InEKA-konsalting LLC*, 2006. <https://ineca.ru/?dr=projects&projects=social/pel/material&doc-name=opyt> (02.03.2022).
7. Dubovik D.M. On the problem of unauthorized dumps. *Russian law: education, practice, researches*. 2022. no 3. pp. 93-99. [https://doi.org/10.34076/2410\\_2709\\_2022\\_3\\_93](https://doi.org/10.34076/2410_2709_2022_3_93)
8. Elsukova E.Yu., Nedbaev I.S., Kuzmina D.S. Monitoring of soil pollution in the area affected by the production of phosphorus fertilizers. *Vestnik of Saint-Petersburg University. Earth Sciences*, 2022, vol. 67 (4). <https://doi.org/10.21638/spbu07.2022.406>
9. Zaitseva N.V., May I.V., Klein S.V., Khankhareev S.S., Boloshinova A.A. Scientific and methodological aspects and practical experience for the formation of the evidential base of hazard to health in the population in the zone of influence of waste from the past economic activity. *Gigiena i sanitariya* [Hygiene and sanitary], 2017, vol. 96, no. 11, pp. 1038-1044. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-11-1038-1044>
10. Ivanova Yu.S., Gorbachev V.N. Heavy metals pollution of soil under the influence of illegal dumping (health and environmental aspects). *Ul'yanovskii mediko-biologicheskii zhurnal* [Ulyanovsk Medical Biological Journal], 2012, no. 1, pp. 119-124.
11. Ivantsova E.A. Otsenka vozdeistviya likvidatsii tekhnogennogo massiva razmeshcheniya otkhodov proizvodstva i potrebleniya na atmosferyni vozdukh [Assessment of the impact of the liquidation of the technogenic array of production and consumption waste disposal on the atmospheric air]. *Innovatsionnye*

- tehnologii zashchity okruzhayushchei sredy v sovremennom mire: materialy Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem molodykh uchenykh i spetsialistov*. Kazan, 2021, pp. 1363-1368.
12. Kabatskaya L.N. Foreign experience in legal regulation of liquidation of accumulated environmental damage. *Journal of foreign legislation and comparative law*, 2020, no 1, pp. 114-128. <https://doi.org/10.12737/jflcl.2020.005>
  13. Ledashcheva T.N., Chernyshev D.A. Analysis of international experience of cumulative environmental harm problem solution. *Naukovedenie* [Science of science], 2014, no. 6 (25), 12 p. <https://doi.org/10.15862/83EVN614>
  14. Boev V.M., Zelenina L.V., Kudusova L.H., Kryazheva E.A., Zelenin D.O. Hygienic assessment of carcinogenic health risks associated with contamination of depositing media with heavy metals. *Health Risk Analysis*, 2022, no. 1, pp. 17–26. [https://doi.org/10.21668/health.risk/2022.1.02\\_eng](https://doi.org/10.21668/health.risk/2022.1.02_eng)
  15. Plekhanova I.O., Aimaletdinov R.A. Effect of wastes of phosphorus fertilizers production on the soil agroecological condition. *Problemy agrokhimii i ekologii* [Problems of agrochemistry and ecology], 2014, no. 1, pp. 50-54.
  16. Sakharov V.A., Morozova O.A., Vypryazhkin E.N., Fayzulin D.R. Vliyanie svalki tverdykh bytovykh otkhodov na vodnye ob"ekty (na primere gorodskoy svalki v gorode Yuzhno-Sakhalinske) [The impact of a solid domestic waste dump on water bodies (on the example of a city dump in the city of Yuzhno-Sakhalinsk)]. *Uchenye zapiski Sakhalinskogo gosudarstvennogo universiteta* [Scientific Notes of Sakhalin State University], 2015, no. 1 (11–12), pp. 87-91
  17. Svinolupova L.S., Chivanova S.V., Ogorodnikova S.Yu. Sravnitel'naya kharakteristika biokhimicheskikh reaktsiy rasteniy na zagryaznenie pochvy fosfor- i ftorsoderzhashchimi soedineniyami [Comparative characteristics of biochemical responses of plants to soil pollution with phosphorus- and fluorine-containing compounds]. *Biznes. Nauka. Ekologiya rodnogo kraya: Problemy i puti ikh resheniya* [Business. The science. Ecology of the native land: Problems and ways to solve them], 2013, pp. 119-122.
  18. Soloviyanov A.A. Elimination of accumulated damage objects caused by pollution of the environment by petroleum hydrocarbons. *Environmental protection in oil and gas complex*, 2021, no. 1 (298), pp. 8-17.
  19. GBD Diseases and Injuries Collaborators. Global burden of 369 diseases and injuries, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*. 17 October 2020. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30925-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30925-9).
  20. Global Burden of Disease Study 2019 (GBD 2019) Disability Weights. Available at: <https://ghdx.healthdata.org/record/ihme-data/gbd-2019-disability-weights>

21. Kassir L. N., Lartiges B., Ouaini N. Effects of fertilizer industry emissions on local soil contamination: a case study of a phosphate plant on the east Mediterranean coast. *Environmental technology*, 2012, vol. 33, no. 8, pp. 873-885.
22. Kleyn S.V., Vekovshinina S.A. Priority risk factors related to drinking water from centralized water supply system that create negative trends in population health. *Health Risk Analysis*, 2020, no 3, pp. 48-59.
23. Lin H., Zhu Y., Ahmad N. et al. A scientometric analysis and visualization of global research on brownfields. *Environ Sci Pollut Res.*, 2019, vol. 26, pp. 17666-17684. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05149-3>
24. Minsu Ock, Bomi Park, Hyesook Park, In-Hwan Oh, Seok-Jun Yoon, Bogeum Cho, and Min-Woo Jo Disability Weights Measurement for 289 Causes of Disease Considering Disease Severity in Korea. *J Korean Med Sci*, 2019 Mar 26, 34 Suppl 1, e60. <https://doi.org/10.3346/jkms.2019.34.e60>
25. Ojuri O.O., Ayodele F.O., Oluwatuyi O.E. Risk assessment and rehabilitation potential of a millennium city dumpsite in Sub-Saharan Africa. *Waste Manag.*, 2018, vol. 76, pp. 621-628. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.03.002>
26. Othman I., Al-Masri M. S. Impact of phosphate industry on the environment: a case Study. *Applied Radiation and Isotopes*, 2007, vol. 65, no. 1, pp. 131-141.
27. Tayibi H., Choura M., Lopez F.A., Alguacil F.J., Lopez- Delgado A. Environmental impact and management of phosphogypsum. *J. Environ. Manag.*, 2009, 90 (8), pp. 237-238
28. Tenodi S., Krčmar D., Agbaba J., Zrnić K., Radenović M., Ubavin D., Dalmacija B. Assessment of the environmental impact of sanitary and unsanitary parts of a municipal solid waste landfill. *J. Environ. Manage*, 2020, vol. 258, pp. 110019. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.110019>

### **ВКЛАД АВТОРОВ**

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку статьи для публикации.

### **AUTHOR CONTRIBUTIONS**

The authors contributed equally to this article.

### **ДАнные ОБ АВТОРАХ**

**Зайцева Нина Владимировна**, д-р мед. наук, академик РАН, научный руководитель  
ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»

*ул. Монастырская, 82, г. Пермь, 614045, Российская Федерация  
znv@fcrisk.ru*

**Май Ирина Владиславовна**, д-р биол. наук, профессор, заместитель директора по научной работе  
*ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»  
ул. Монастырская, 82, г. Пермь, 614045, Российская Федерация  
may@fcrisk.ru*

**Максимова Екатерина Вадимовна**, младший научный сотрудник отдела системных методов санитарно-гигиенического анализа и мониторинга  
*ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»  
ул. Монастырская, 82, г. Пермь, 614045, Российская Федерация  
maksimova@fcrisk.ru*

**Чупахина Людмила Владимировна**, главный врач  
*ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области»  
проезд Георгия Митирева, 1, г. Самара, 443079, Российская Федерация  
all@fguzsamo.ru*

**Селянова Татьяна Васильевна**, заведующий отделением охраны здоровья и среды - врач по коммунальной гигиене  
*ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области»  
проезд Георгия Митирева, 1, г. Самара, 443079, Российская Федерация  
all@fguzsamo.ru*

#### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Nina V. Zaitseva**, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, Scientific Director  
*Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies  
82, Monastyrskaya, Str., Perm, 614045, Russian Federation  
znv@fcrisk.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2356-1145>*

**Irina V. May**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Deputy Director responsible for research work

*Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies*

*82, Monastyrskaya, Str., Perm, 614045, Russian Federation*

*may@fcrisk.ru*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0976-7016>*

**Ekaterina V. Maksimova**, Junior researcher at the Department for Systemic Procedures of Sanitary-Hygienic Analysis and Monitoring

*Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies*

*82, Monastyrskaya, Str., Perm, 614045, Russian Federation*

*maksimova@fcrisk.ru*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5714-9955>*

**Ludmila V. Chupakhina**, Chief Physician

*FBUZ «Center for Hygiene and Epidemiology in the Samara Region»*

*1, Georgy Mitirev's passage, Samara, 443079, Russian Federation*

*all@fguzsamo.ru*

**Tatyana V. Selyanova**, Head of the Department of Health and Environment Protection - Communal Hygiene Doctor

*FBUZ «Center for Hygiene and Epidemiology in the Samara Region»*

*1, Georgy Mitirev's passage, Samara, 443079, Russian Federation*

*all@fguzsamo.ru*

Поступила 22.03.2023

После рецензирования 11.04.2023

Принята 20.04.2023

Received 22.03.2023

Revised 11.04.2023

Accepted 20.04.2023