

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ШЛАМОНАКОПИТЕЛЯ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ
НА КОМПОНЕНТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ****Т.В. Извекова, Г.И. Гусев, Н.Е. Гордина, Р.Д. Ситанов, А.А. Гушчин**

Татьяна Валерьевна Извекова (ORCID 0000-0002-3583-3876), Григорий Игоревич Гусев (ORCID 0000-0002-8528-3403), Наталья Евгеньевна Гордина (ORCID 0000-0002-1067-4688), Роман Дмитриевич Ситанов (ORCID 0000-0002-7209-2181), Андрей Андреевич Гушчин (ORCID 0000-0003-2655-1671)*

Кафедра Промышленной экологии, Ивановский государственный химико-технологический университет, пр. Шереметевский, 7, Иваново, Российская Федерация, 153000

E-mail: mbimpra@bk.ru, grisha.gusev.05@mail.ru, gordina@isuct.ru, sitanov.roma@mail.ru, gushchin@isuct.ru*

В работе приведены результаты оценки воздействия на окружающую среду шламонакопителя железосодержащих отходов, образовавшегося в результате хозяйственной деятельности Заволжского химического завода, расположенного в Ивановской области. В 2020 г. шламонакопитель был включен в государственный реестр объектов накопленного вреда окружающей среде. Накопленный илам, объемом около 31 тыс. м³, представляет собой отработанный катализатор, образовавшийся в результате производства дифениламина. Основными компонентами отхода являются оксид железа (III), оксид кремния и вода, суммарное содержание которых составляет 95%. Также в следовых количествах присутствуют тяжелые металлы – медь, никель, цинк, хром и органические соединения. В ходе исследований было оценено качество атмосферного воздуха, состояние поверхностных и подземных вод, а также почвенного покрова и грунтов на территории участка, на котором расположен шламонакопитель. Оценки показали, что основному негативному воздействию подвергается почвенный покров, грунтовые воды и р. Волга, протекающая в 185 м от месторасположения объекта. Для установления качества воды в р. Волга, использовался гидрохимический индекс загрязненности воды, значение которого превысило 10, т.е. р. Волга (в районе г. Заволжск) по классу и оценке качества воды относится к чрезвычайно грязной. В районе расположения объекта в р. Волга наблюдается превышение уровня тяжелых металлов в 2-7 раз по сравнению с фоновой пробой, отобранной в контрольном створе выше по течению. Качество грунтовых вод в месте изысканий не соответствует экологическим нормам. Уровень загрязнения варьируется от чрезвычайно экологической ситуации до зоны экологического бедствия. Величина суммарного показателя химического загрязнения почв и грунтов соотносит исследуемый участок к категории загрязнения почв как высокий уровень загрязнения (риск для проживающего населения).

Ключевые слова: объект накопленного экологического вреда, железосодержащие отходы, шламонакопитель, воздействие на окружающую среду

Для цитирования:

Извекова Т.В., Гусев Г.И., Гордина Н.Е., Ситанов Р.Д., Гушчин А.А. Оценка влияния шламонакопителя железосодержащих отходов на компоненты окружающей среды. *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2024. Т. 67. Вып. 11. С. 145–153. DOI: 10.6060/ivkkt.20246711.7140.

For citation:

Izvekova T.V., Gusev G.I., Gordina N.E., Sitanov R.D., Gushchin A.A. Assessment of the impact of a sludge reservoir for iron-containing waste on environmental components. *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2024. V. 67. N 11. P. 145–153. DOI: 10.6060/ivkkt.20246711.7140.

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF A SLUDGE RESERVOIR FOR IRON-CONTAINING WASTE ON ENVIRONMENTAL COMPONENTS

T.V. Izvekova, G.I. Gusev, N.E. Gordina, R.D. Sitanov, A.A. Gushchin

Tatyana V. Izvekova (ORCID 0000-0002-3583-3876), Grigory I. Gusev (ORCID 0000-0002-8528-3403), Natalia E. Gordina (ORCID 0000-0002-1067-4688), Roman D. Sitanov (ORCID 0000-0002-7209-2181), Andrey A. Gushchin (ORCID 0000-0003-2655-1671)*

Department of Industrial Ecology, Ivanovo State University of Chemical Technology, Sheremetevskiy ave., 7, Ivanovo, 153000, Russian Federation

E-mail: mbimpa@bk.ru, grisha.gusev.05@mail.ru, gordina@isuct.ru, sitanov.roma@mail.ru, gushchin@isuct.ru*

The paper presents the results of the environmental impact assessment of the sludge pond for iron-containing waste generated as a result of the economic activities of the Zavolzhsky Chemical Factory located in the Ivanovo Region. In 2020, the sludge pond was included in the state register of objects of accumulated environmental damage. The accumulated sludge, with a volume of about 31 thousand m³, is a spent catalyst generated as a result of diphenylamine production. The main components of the waste are iron (III) oxide, silicon oxide and water, the total content of which is 95%. Heavy metals are also present in trace amounts - organic compounds, copper, nickel, zinc and chromium. The research assessed the quality of atmospheric air, the state of surface and groundwater, as well as the soil cover and soils on the territory of the site where the sludge pond is located. The assessments showed that the main negative impact is on the soil cover, groundwater and river Volga, flowing 185 m from the location of the object. To establish the quality of water in the Volga River, the hydrochemical index of water pollution was used, the value of which exceeded 10, i.e. the Volga River (in the area of the city of Zavolzhsk) according to the class and assessment of water quality belongs to the extremely dirty. In the area of the location of the object in the Volga River, there is an excess of heavy metals by 2-7 times compared to the background sample taken in the control section upstream. The quality of groundwater in the survey site does not meet environmental standards and varies from an emergency environmental situation to an environmental disaster zone. The value of the total indicator of chemical pollution of soils and grounds relates the studied area to the category of soil pollution as a high level of pollution (risk for the resident population).

Keywords: object of accumulated environmental damage, iron-containing waste, sludge reservoir, environmental impact

ВВЕДЕНИЕ

За период существования СССР сформировалось огромное количество экологических проблем, связанных с ускоренным социально-экономическим развитием страны, индустриализацией и интенсивной добычей полезных ископаемых [1].

После прошедшей в России приватизации собственники промышленных объектов стремились снизить издержки, включая снятие с себя обязательств и ответственности за ущерб, нанесенный окружающей среде (ОС), передавали объекты экологической опасности государству или просто отчуждали их. Отсутствие юридического статуса у таких объектов, а также недостаточность финансовых ресурсов у собственников привели к невозможности соблюдения безопасных условий существования множества таких объектов.

В 2016 г. в федеральных нормативных правовых актах Российской Федерации появляется понятие «накопленный вред ОС» и «объекты накопленного вреда ОС». Под накопленным вредом ОС понимается вред, возникший в результате прошлой экономической и другой деятельности, обязанности по устранению которого не были выполнены, либо были выполнены не в полном объеме [2-5].

С 2018 г. ликвидация накопленного вреда ОС является одним из условий улучшения качества ОС, комфортной и безопасной среды для жизни, что закреплено национальными целями согласно Указам Президента РФ № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 г.» и № 474 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2030 г. и на перспективу до 2036 г.» [6, 7].

Ликвидация объектов накопленного вреда окружающей среде (ОНВОС) осуществляется в рамках федерального проекта «Чистая страна» и национального проекта «Экология» за счет субсидий из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации.

По состоянию на 2024 г. в реестр объектов накопленного вреда включено 284 объекта.

Выявления ОНВОС, а также анализ их воздействия на окружающую среду с целью определения возможных путей ликвидации объектов является актуальной задачей.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Согласно официальным докладом о состоянии окружающей среды, экологическая обстановка в Ивановской области является относительно благополучной [8]. В регионе нет экологически опасных производств, а высокая доля лесных территорий, равномерно распределенных по области, позволяет компенсировать негативное воздействие, оказываемое на природу антропогенной деятельностью. Основными источниками воздействия на атмосферный воздух являются двигатели внутреннего сгорания автотранспорта и объекты топливно-энергетического комплекса, а источниками воздействия на водные объекты – предприятия ЖКХ [8-13].

К экологическим проблемам региона можно отнести свалки бытовых отходов на объектах, не отвечающих экологическим и санитарным требованиям, а также наличие объектов накопленного вреда окружающей среде.

Одним из ОНВОС на территории Ивановской области является шламонакопитель с оксидами и гидроксидами железа, расположенный на территории Заволжского химического завода им. М.В. Фрунзе в г. Заволжье Ивановской области.

Химический завод ведет свою историю с 1871 г. В 1930 г. по решению коллегии Главхима СССР Кинешемский завод им. М.В. Фрунзе объединяется с Кинешемским анилиновым заводом с последующим развитием анилиноокрасочного производства. Завод функционирует и по сей день.

В результате длительной работы предприятия и на его прилегающей территории, сформировалось семь объектов накопленного вреда ОС, включая шламонакопитель железосодержащих отходов. Шлам предположительно образовался в результате работы производства дифениламина. Характеристика ОНВОС в государственном реестре ОНВОС (ГРОНВОС) приведена в табл. 1. Объем шлама составляет 30664 м³. Расположение шламонакопителя показано на рисунке.

Таблица 1

Характеристика объекта накопленного вреда окружающей среде
Table 1. Characteristics of object of accumulated environmental harm (ОАЕН)

| Субъект РФ | Наименование ОНВОС | Площадь территории, га | Кол-во населения, проживающего на территории, ОС на которой испытывает негативное воздействие от ОНВОС, тыс. чел. | № и дата приказа о включении в ГРОНВОС | Значение общего влияния ОНВОС на состояние экологической безопасности* |
|-----------------|--|------------------------|---|--|--|
| Ивановская обл. | Шламонакопитель с оксидами и гидроксидами железа и емкость со смоляными отходами в 30 м от здания цеха № 37 по ул. Заводской г. Заволжска (Ив. обл.) | 1,368 | 91,882 | от 19.10.2020 № 826 | 2,2 |

Примечание: * - оценивается в соответствии с Приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 4 августа 2017 г. № 435 «Об утверждении критериев и срока категорирования объектов, накопленный вред окружающей среде на которых подлежит ликвидации в первоочередном порядке» [14]

Note: * - assessed in accordance with Order of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation dated August 4, 2017 № 435 «On approval of the criteria and deadline for categorizing objects where accumulated environmental damage is subject to priority elimination»

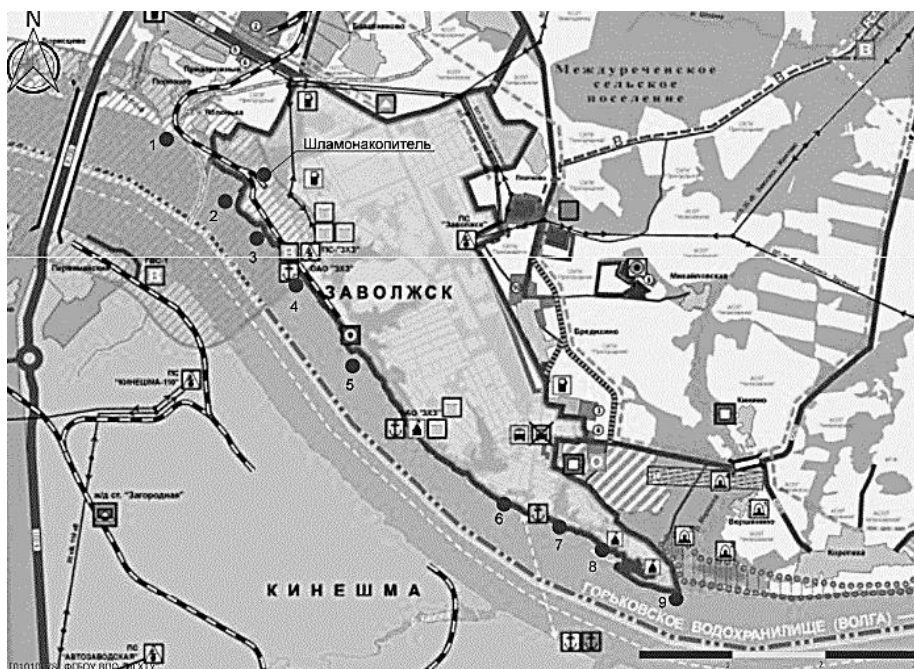


Рис. Месторасположение ОНВОС. 1-9 – точки отбора проб воды р. Волга для проведения количественного химического анализа
 Fig. Location of ОАЕН. 1-9 – water sampling points of the Volga River for quantitative chemical analysis

Таблица 2

Количественный и качественный состав воды природной из р. Волга
 Table 2. Quantitative and qualitative composition of natural water from the Volga River

| Наименование показателя | Результат, мг/дм ³ | | | | | | | | | ПДК _{рх} , мг/дм ³ [17] |
|---|-------------------------------|---------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|-------|---|
| | 1(фон) | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| рН, отн.ед. | 8,02 | 8,09 | 8,06 | 7,99 | 8,05 | 8,14 | 8,11 | 8,05 | 8,15 | 6-8 |
| Взв. в-ва | < 3 | 159 | 22,9 | < 3 | 14,10 | 56,8 | 9,0 | 54,4 | 212 | +0,25 |
| Сух. ост | 95 | 118 | 105 | 52 | 64 | 80 | 155 | 168 | 56 | 1000 |
| Хлорид-ион | 12,3 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | 350 |
| Сульфат-ион | 22,9 | 12,2 | 13,2 | 13,0 | 13,2 | 12,7 | 12,3 | 12,4 | 12,7 | 500 |
| Нитрат-ион | 1,93 | 1,58 | 2,92 | 1,17 | 1,26 | 3,25 | 1,8 | 2,2 | 2,74 | 40 |
| Нитрит-ион | 0,031 | 0,043 | 0,091 | 0,045 | 0,028 | 0,071 | 0,031 | 0,04 | 0,031 | 0,08 |
| Общ. фосфор (на PO ₄ ³⁻) | 5,3 | 4,02 | 2,55 | 4,98 | 3,45 | 1,52 | 2,65 | 2,6 | 3,25 | 3,5 |
| Аммоний ион | 0,37 | 0,32 | 0,23 | 0,35 | 0,3 | 0,54 | 0,5 | 0,36 | 0,52 | 0,4 |
| Раств. кислород | 7,71 | 7,48 | 9,62 | 8,06 | 7,68 | 7,89 | 7,53 | 7,13 | 7,43 | > 6 |
| ХПК | 15,0 | 11,0 | < 5 | 13,8 | 17,10 | 13,3 | 29,8 | 31,6 | 57,2 | 15,0 |
| БПК ₅ | 4,61 | 4,14 | < 0,5 | 3,85 | 5,13 | 4,08 | 8,15 | 8,24 | 12,43 | < 2,1 |
| Фенолы | < 0,0002 | | | | | | | | | 0,001 |
| НП | 0,096 | 0,37 | 0,041 | 0,13 | 0,18 | < 0,020 | | 0,040 | 0,093 | 0,05 |
| Cu | < 0,01 | | | 0,013 | < 0,01 | | | | | 0,001 |
| Zn | 0,0077 | < 0,004 | 0,0058 | < 0,004 | 0,010 | < 0,004 | < 0,004 | 0,007 | 0,018 | 0,01 |
| Ni | < 0,015 | | | | | | 0,039 | < 0,015 | | 0,01 |
| Fe | 0,44 | 0,36 | 0,39 | 0,30 | 0,32 | 0,34 | 0,3 | 0,44 | 0,48 | 0,1 |
| Mn | 0,015 | 0,045 | 0,088 | 0,045 | 0,036 | 0,066 | 0,069 | 0,097 | 0,11 | 0,01 |

Анализ экологического состояния территории шламонакопителя проводился в рамках инженерно-экологических изысканий, предшествующих разработке проекта по ликвидации объектов размещения химических отходов, расположенных на территории г. Заволжск Ивановской области.

В ходе исследований было оценено качество атмосферного воздуха, состояние поверхностных и подземных вод, а также почвенного покрова на территории участка, на котором расположен шламонакопитель.

Анализируя значения концентрации загрязняющих веществ, предоставленные Ивановским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиалом ФГБУ «Центральное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», а также полученные по результатам натурных исследований качества атмосферного воздуха можно сделать вывод, что превышения соответствующих гигиенических нормативов нет (кратность превышения варьируется в диапазоне 0,036-0,6 долей ПДК_{мр}), т.е. влияние ОНВОС на атмосферный воздух является незначительным.

Ближайшим водным объектом по отношению к шламонакопителю является р. Волга, которая протекает в 185 м в юго-западном направлении от объекта. Т.е., ОНВОС находится в водоохранной зоне водотока, т.к. в соответствии со статьей 65 Водного кодекса РФ ее размер составляет 200 м [16].

Были проведены исследования с оценкой по 9 пробам, местоположение которых указано на рис. 1, по показателям: рН, сухой остаток, ХПК, БПК₅, нитраты (NO₃⁻), нитриты (NO₂⁻), ион аммоний (NH₄⁺), нефтепродукты (НП), фенолы летучие (суммарное содержание), общий фосфор, раствор. кислород), тяжелые металлы (5 показателей: железо, марганец, медь, никель, цинк). Результаты количественного химического анализа приведены в табл. 2.

Для оценки состояния водных объектов применяется комплексная оценка загрязненности вод по гидрохимическому индексу загрязненности воды (ИЗВ) [17-19].

Класс качества по ИЗВ рассчитывается как сумма приведенных к ПДК фактических значений 6 основных показателей качества воды по формуле 1 и в зависимости от полученного значения водные объекты классифицируются по степени загрязненности [20].

$$\text{ИЗВ} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_i}, \quad (1)$$

где: C_i – среднее значение определяемого показателя за период наблюдений (при гидрохимическом мониторинге это среднее значение за год), мг/л; n – число показателей, используемых для расчета индекса, $n = 6$; ПДК_{*i*} – установленная величина норматива для данного загрязняющего вещества соответствующего типа водного объекта, мг/л [17, 21].

Для исследуемого водного объекта учитывались показатели, превышавшие ПДК. Полученные результаты показывают, что р. Волга (в районе г. Заволжск) по классу и оценке качества воды относится к чрезвычайно грязной (более 10/VI). Ос-

новной вклад в химическое загрязнение воды в реке вносят тяжелые металлы и БПК₅. Т. обр., при рекультивации объекта необходимо предусмотреть мероприятия, которые будут препятствовать поступлению органических соединений и тяжелых металлов в р. Волга.

В ходе исследований было установлено, что подземные воды на изучаемом участке залегают на глубинах 1,4-8,7 м. Подземные воды представлены объединенным горизонтом, состоящим из «верховодки» в покровных суглинках и грунтовых вод спорадического распространения в московской морене (рgIII + gIIms). Питание водоносного горизонта происходит за счет инфильтрации в грунт атмосферных осадков и поверхностных вод, а также путем подпитывания водами нижележащих горизонтов.

Для оценки экологического состояния грунтовых вод на рассматриваемом участке было проведено геоэкологическое опробование грунтовых вод. Химический состав грунтовых вод представлен в табл. 3.

Анализ табл. 3 позволяет сделать вывод о том, что качество грунтовых вод в месте изысканий не соответствует экологическим нормам и варьируется от чрезвычайной экологической ситуации до зоны экологического бедствия. Основной вклад вносят железо, марганец, нефтепродукты и свинец (по сравнению с нормативами СанПиН 2.1.3684-21 [21]). Следовательно, можно сделать вывод, что изучаемый объект наносит существенный ущерб грунтовым водам и, как следствие, реке Волга. Таким образом, для защиты подземных горизонтов от существенного загрязнения необходима рекультивация ОНВОС с обязательным контролем качества подземных вод как в период проведения рекультивационных мероприятий, так и после, а при разработке проектной документации необходимо предусмотреть обязательный экологический мониторинг.

Анализ состава шлама показывает, что он в основном представлен оксидом железа (III), оксидом кремния и водой, суммарное содержание которых составляет 95%. Помимо этого, в следовых количествах присутствуют такие тяжелые металлы медь, никель, цинк и хром (табл. 4).

Следовательно, в пробах почвы и в грунтах следует ожидать присутствия именно этих элементов, т.к. они способны к миграции за счет процессов вымывания.

Результаты контроля приведены в табл. 5. Как видно из представленных данных, по всем контролируемым показателям наблюдается превышение фоновых значений, характерных для незагрязненных территорий.

Таблица 3

Химический состав грунтовых вод
Table 3. Chemical composition of groundwater

| № п/п | Наименование показателя | Концентрация, мг/л | | Норматив [19] | | Критерий оценки (согласно табл. 4.4 СП 11-102-97) [22] |
|-------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------|------------|--|
| | | Скв. № 1 – глубина 2,0 м | Скв. № 2 – глубина 7,5 м | почва, мг/кг | Вода, мг/л | |
| 1 | рН, ед, рН | 5,67 | 7,41 | - | 6-9 | Зона экологического бедствия |
| 2 | Фенолы летучие | < 0,0002 | < 0,0002 | 0,05 | 0,0001 | |
| 3 | Нефтепродукты | 0,39 | 0,30 | 50 | 0,1 | |
| 4 | Медь | 0,017 | 0,026 | 132 | 1,0 | |
| 5 | Цинк | 0,87 | 1,2 | 220 | 5,0 | |
| 6 | Никель | 0,039 | 0,061 | 80 | 0,1 | |
| 7 | Железо общ. | 31 | 58 | - | 0,3 | |
| 8 | Марганец | 0,25 | 0,28 | 1500 | 0,1 | |
| 9 | Кадмий | < 0,005 | < 0,005 | 2,0 | 0,001 | |
| 10 | Свинец | 0,037 | 0,035 | 32 | 0,01 | |
| 11 | Ртуть | < 0,00005 | < 0,00005 | 2,1 | 0,0005 | |

Таблица 4

Химический состав шлама
Table 4. Chemical composition of sludge

| № п/п | Наименование показателя | Массовая доля компонента в шламе, % |
|-------|-------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Железа оксид (III) | 81,2 |
| 2 | Кремния диоксид | 9,09 |
| 3 | Алюминия оксид | 1,09 |
| 4 | Кальция оксид | 0,48 |
| 5 | Углерод | 2,75 |
| 6 | Медь | 0,118 |
| 7 | Никель | 0,082 |
| 8 | Сера | 0,18 |
| 9 | Натрий | 0,84 |
| 10 | Магния оксид | 0,22 |
| 11 | Титана оксид | 0,088 |
| 12 | Фосфор | 0,050 |
| 13 | Цинк | 0,0057 |
| 14 | Хром | 0,100 |
| 15 | Марганца оксид | 0,46 |
| 16 | Влага гигроскопическая | 4,71 |

Таблица 5

Среднее содержание в поверхностном слое почвы шламонакопителя химических загрязнителей (мг/кг)
Table 5. Average content of chemical pollutants in the surface layer of soil in the sludge reservoir (mg/kg)

| Место пробоотбора | Cu | Zn | Ni | Fe | Mn | Cd | Pb | Hg | As | НП | Фенол | БП |
|---|---------------------|---------------------|--------------------|--------|------|------|------|-------|-----|-------|-------|-------|
| Шламонакопитель | 912 | 300 | 83,2 | 402000 | 886 | 0,32 | 230 | 0,11 | 6,1 | 3540 | 3,64 | 0,139 |
| Фон | 8,7 | 19,8 | 8,75 | 14000 | 240 | 0,19 | 15,6 | 0,017 | - | 68,24 | - | - |
| ПДК (ОДК*), млн ⁻¹ , не более [21] | 1) 33,0 2) 132,0 | 1) 55,0 2) 220,0 | 1) 20,0 2) 80,0 | - | 1500 | 2 | 20,0 | 1,0** | 2,0 | 50,0 | - | 0,02 |

Примечание: * 1) песчаные и супесчаные; 2) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), рН КСl > 5,5.

** ПДК взято с учётом наличия в почве соединений свинца и ртути.

Note: * 1) sandy and loamy sand; 2) close to neutral, neutral (loamy and clayey), рН КСl > 5.5.

** MPC was taken taking into account the presence of lead and mercury compounds in the soil

Химическое загрязнение почв и грунтов оценивалось по суммарному показателю химического загрязнения (Z_c), который является индикатором неблагоприятного воздействия на здоровье населения. Z_c характеризует степень химического загрязнения почв и грунтов обследуемых территорий вредными веществами различных классов опасности и определяется как сумма коэффициентов концентрации отдельных компонентов загрязнения по формуле [12, 15, 23]:

$$Z_c = (\sum K_{ci}) - (n - 1), \quad (2)$$

где n – число определяемых элементов, K_{ci} – коэффициент концентрации i -го загрязняющего компонента, равный частному от деления массовой доли i -го вещества в загрязненной и «фоновой» почве.

В настоящее время общепринятой является следующая градация уровней загрязнения почвенного покрова в зависимости от величины Z_c :

- $Z_c < 16$: низкий уровень загрязнения (удовлетворительная ситуация);

- $16 < Z_c < 32$: повышенный уровень загрязнения (риск для проживающего населения);

- $32 < Z_c < 128$: высокий уровень загрязнения (чрезвычайная экологическая ситуация);

- $Z_c > 128$: чрезвычайно высокий уровень загрязнения (экологическое бедствие).

Унифицированного подхода к определению набора элементов, по которым осуществляется расчет Z_c , не существует. Поэтому определение суммарного загрязнения почв проводится по содержанию тяжелых металлов первых двух классов токсической опасности.

В целом на площадке значение комплексного показателя Z_c варьировалось от 11,3 до 21,4 при среднем значении 17,8, что соответствует категориям загрязнения почв как низкий (удовлетворительная ситуация) и высокий уровень загрязнения (риск для проживающего населения).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Худoley Д.Д.** Накопленный вред окружающей среде: проблемы правового регулирования. StudNet. 2020. Т. 3. №. 9. С. 773-782.
2. Об охране окружающей среды. Федеральный закон от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ (с изм.) (редакция, действующая с 01.07.2024 г.) («Гарант» дата обращения: 12.07.2024). <https://base.garant.ru/12125350/>
3. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации. Федеральный закон № 254-ФЗ от 03.07.2016 (с изм.) («Гарант» дата обращения: 12.07.2024). <https://base.garant.ru/71434226/>
4. **Гафаров Н.Р.** Выявление и критерии оценки объектов накопленного вреда окружающей среде. *Актуал. пробл. росс. права.* 2022. Т. 17. № 1 (134). С. 189-197. DOI: 10.17803/1994-1471.2022.134.1.189-197.

ВЫВОДЫ

При анализе полученных в ходе исследования данных можно сделать вывод, что промышленное использование исследуемой территории привело к полному преобразованию изначального природного ландшафта территории. Основное негативное воздействие от шламонакопителя испытывают почвенный покров, грунты, а также подземные воды и близлежащий водный объект р. Волга.

Установлены уровни загрязнения компонентов окружающей среды и по комплексным критериям оценено их экологическое состояние. Оценки показали, что среднее значение суммарного показателя химического загрязнения почв и грунтов составляет 17,8, а уровень химического загрязнения почв и грунтов в районе шламонакопителя варьируется от низкого до повышенного. Химический анализ водных объектов, попадающих в зону влияния шламонакопителя, показал, что их экологическое состояние не соответствует требованиям экологического законодательства. В качестве основного мероприятия по снижению негативного воздействия на окружающую среду можно предложить вывоз шлама с последующей рекультивацией территории шламонакопителя.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2024-481.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

The work was carried out with the support of the Ministry of Education and Science of Russia, agreement No. 075-15-2024-481.

The authors declare the absence a conflict of interest warranting disclosure in this article.

REFERENCES

1. **Khudoley D.D.** Accumulated environmental harm: problems of legal regulation. StudNet. 2020. V. 3. N. 9. P. 773-782 (in Russian).
2. On environmental protection. Federal Law N 7-FZ dated January 10, 2002 (as amended) (version valid from 01.07.2024) («Garant» date of access: 12.07.2024) (in Russian). <https://base.garant.ru/12125350/>
3. On amendments to certain legislative acts of the Russian Federation. Federal Law N 254-FZ dated 07.03.2016 (as amended) («Garant» date of access: 12.07.2024) (in Russian). <https://base.garant.ru/71434226/>
4. **Gafarov N.R.** Identification and criteria for assessing objects of accumulated environmental harm // *Aktual. Probl. Ross. Prava.* 2022. V. 17. N. 1 (134). P. 189-197 (in Russian). DOI: 10.17803/1994-1471.2022.134.1.189-197.

5. Пинаев В.Е., Чернышёв Д.А. Ликвидация накопленного экологического ущерба-организационные и правовые аспекты. М.: Мир науки. 2017. 136 с.
6. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204. («Гарант» дата обращения: 12.07.2024). <https://base.garant.ru/71937200/>.
7. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2024 № 309 («Гарант» дата обращения: 12.07.2024). <https://www.garant.ru/hotlaw/federal/1717715/>.
8. Доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Ивановской области в 2023 году». Департаментом природных ресурсов и экологии Ивановской области. Иваново. 2024. 164 с.
9. Izvekova T.V., Kobeleva N.A., Gushchin A.A., Grinevich V.I., Rybkin V.V. Distribution of Polycyclic aromatic hydrocarbons in a snow cover in the territory of Ivanovo city, Russia. *Chemosphere*. 2020. V. 242. P. 125150. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2019.125150.
10. Кулециан А.Л., Марчук Н.А. Анализ воздействия на человека и окружающую среду загрязняющих веществ. *Иzv. вузов. Химия и хим. технология*. 2022. Т. 65. Вып. 1. С. 116-21. DOI: 10.6060/ivkkt.20226501.6531.
11. Извекова Т.В., Кобелева Н.А., Сулаева О.Ю., Гушин А.А., Гриневич В.И., Рыбкин В.В., Платова А.С. Оценка уровня загрязнения почв г. Иваново полициклическими ароматическими углеводородами. *Иzv. вузов. Химия и хим. технология*. 2021. Т. 64. Вып. 12. С. 105-110. DOI: 10.6060/ivkkt.20216412.6467.
12. Машкин Д.В., Извекова Т.В., Гушин А.А., Гриневич В.И. Оценка уровня загрязнения почв г. Иваново тяжелыми металлами и нефтепродуктами. *Иzv. вузов. Химия и хим. технология*. 2017. Т. 60. Вып. 5. С. 94-99. DOI: 10.6060/tcct.2017605.5565.
13. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2022 году». Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации: официальный сайт. - 2022. (дата обращения: 12.07.2024). https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/
14. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 4 августа 2017 г. № 435 «Об утверждении критериев и срока категорирования объектов, накопленный вред окружающей среде на которых подлежит ликвидации в первоочередном порядке». (дата обращения: 12.07.2024). <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71660040/>.
15. СанПиН 2.1.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности для человека и факторов среды обитания: Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 2 (с изм. и доп.): [Зарегистрировано в Минюсте России 29.01.2021 № 62296]. Министерство здравоохранения Российской Федерации, 2021. («Гарант» дата обращения: 12.07.2024). <https://base.garant.ru/400274954/>
16. Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ (с изм. и доп.) («Гарант» дата обращения: 12.07.2024). <https://base.garant.ru/12147594/>.
17. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе норма
5. Pinaev V.E., Chernyshev D.A. Elimination of accumulated environmental damage - organizational and legal aspects. M.: Mir nauki. 2017. 136 p. (in Russian).
6. On the national goals and strategic objectives of the development of the Russian Federation for the period until 2024. Decree of the President of the Russian Federation dated 05/07/2018 N. 204. («Garant» date of access: 12.07.2024) (in Russian). <https://base.garant.ru/71937200/>.
7. On the national development goals of the Russian Federation for the period until 2030. Decree of the President of the Russian Federation dated July 21, 2020 N. 474 («Garant» date of access: 12.07.2024) (in Russian). <https://www.garant.ru/hotlaw/federal/1717715/>.
8. Report «On the state and protection of the environment of the Ivanovo region in 2023». Department of Natural Resources and Ecology of the Ivanovo Region. Ivanovo. 2024. 164 p. (in Russian).
9. Izvekova T.V., Kobeleva N.A., Gushchin A.A., Grinevich V.I., Rybkin V.V. Distribution of Polycyclic aromatic hydrocarbons in a snow cover in the territory of Ivanovo city, Russia. *Chemosphere*. 2020. V. 242. P. 125150. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2019.125150.
10. Kulentsan A.L., Marchuk N.A. Analysis of the impact of pollutants on humans and the environment. *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2022. V. 65. N 1. P. 116-121. DOI: 10.6060/ivkkt.20226501.6531.
11. Izvekova T.V., Kobeleva N.A., Sulaeva O.Y., Gushchin A.A., Grinevich V.I., Rybkin V.V., Platova A.S. Estimation of level of soil pollution in Ivanovo city by polycyclic aromatic hydrocarbons. *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2021. V. 64. N 12. P. 105-110 (in Russian). DOI: 10.6060/ivkkt.20216412.6467.
12. Mashkin D.V., Izvekova T.V., Gushchin A.A., Grinevich V.I. Assessment of level pollution of Ivanovo city with heavy metals and oil products. *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2017. V. 60. N 5. P. 94-99 (in Russian). DOI: 10.6060/tcct.2017605.5565.
13. State report «On the state and protection of the environment of the Russian Federation in 2022». Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation: official website. 2022. (date of access: 12.07. 2024) (in Russian). https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/.
14. Order of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation dated August 4, 2017 N 435 «On approval of the criteria and deadline for categorizing objects where accumulated environmental damage is subject to priority elimination» (date of access: 12.07. 2024) (in Russian). <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71660040/>.
15. SanPiN 2.1.3685-21. Hygienic standards and requirements for ensuring safety for humans and environmental factors: Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation dated January 28, 2021 N 2 (as amended and additionally): [Registered with the Ministry of Justice of Russia on January 29, 2021 N. 62296]. Ministry of Health of the Russian Federation, 2021. («Garant» date of access: 12.07. 2024) (in Russian). <https://base.garant.ru/400274954/>.
16. Water Code of the Russian Federation dated June 3, 2006 N. 74-FZ (with amendments and additions) («Garant» date of access: 12.07. 2024) (in Russian). <https://base.garant.ru/12147594/>.
17. On approval of water quality standards for water bodies of fishery importance, including standards for maximum permissible concentrations of harmful substances in waters of water bodies of fishery importance: Order of the Ministry of Agriculture of Russia dated December 13, 2016 N. 552 (as

- тивов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 № 552 (с изм.): [зарегистрировано в Минюсте России 13.01.2017 № 45203]. («Гарант» дата обращения: 12.07.2024). <https://base.garant.ru/71586774/>.
18. **Марченко Т.А., Извекова Т.В., Гушин А.А., Гриневич В.И.** Методы оценки качества водоемов по комплексу гидрохимических показателей на примере рек Ивановской области. *Вода: химия и экология*. 2015. Вып. 11. С. 22-29.
 19. **Марченко Т.А., Извекова Т.В., Гушин А.А., Гриневич В.И., Головкина Е.А.** Качество воды в притоках р. Волга в акватории горьковского водохранилища. *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2016. Т. 59. Вып. 5. С. 89-94. DOI: 10.6060/tcct.20165905.5393.
 20. РД 52.24.643-2002. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям – Росгидромет, 2002. – 21 с.
 21. СанПиН 2.1.3684-21. Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий: Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 3 (с изм. и допол.): [Зарегистрировано в Минюсте России 29.01.2021 № 62297]. Министерство здравоохранения Российской Федерации, 2021. («Гарант» дата обращения: 12.07.2024). <https://base.garant.ru/400289764/>.
 22. СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства. М.: ПНИИИС Госстроя России, 1997 г.
 23. **Янин Е.П.** Техногенные геохимические ассоциации в донных отложениях малых рек (состав, особенности, методы оценки). - М.: ИМГРЭ. 2002. 52 с.
- amended): [registered with the Ministry of Justice of Russia on January 13, 2017 N. 45203] («Garant» date of access: 12.07. 2024) (in Russian). <https://base.garant.ru/71586774/>.
 18. **Marchenko T.A., Izvekova T.V., Gushchin A.A., Grinevich V.I.** Methods for assessing the quality of reservoirs based on a set of hydrochemical indicators using the example of rivers in the Ivanovo region. *Voda: Khim. Ekolog.* 2015. N 11. P. 22-29 (in Russian).
 19. **Marchenko T.A., Izvekova T.V., Gushchin A.A., Grinevich V.I., Golovkina E.A.** Water quality in tributaries of Volga river in water area of Gorky water-storage basin. *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2016. V. 59. N 5. P. 89-94 (in Russian). DOI: 10.6060/tcct.20165905.5393.
 20. RD 52.24.643-2002 Method for a comprehensive assessment of the degree of pollution of surface waters based on hydrochemical indicators - Roshydromet, 2002. - 21 p. (in Russian)
 21. SanPiN 2.1.3684-21. Sanitary and epidemiological requirements for the maintenance of territories of urban and rural settlements, for water bodies, drinking water and drinking water supply, atmospheric air, soil, residential premises, operation of industrial and public premises, organization and implementation of sanitary and anti-epidemic (preventive) activities: Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation dated January 28, 2021 N 3 (as amended and supplemented): [Registered with the Ministry of Justice of Russia on January 29, 2021 N 62297]. Ministry of Health of the Russian Federation, 2021. («Garant» date of access: 12.07. 2024) (in Russian). <https://base.garant.ru/400289764/>.
 22. SP 11-102-97. Engineering and environmental surveys for construction. M.: PNIIS Gosstroy of Russia, 1997. Yanin, E.P. Technogenic geochemical associations in bottom sediments of small rivers (composition, features, assessment methods). - M.: IMGRE, 2002. - 52 p. (in Russian)
 23. **Yanin E.P.** Technogenic geochemical associations in bottom sediments of small rivers (composition, features, assessment methods). - M.: IMGRE. 2002. 52 p. (in Russian).

Поступила в редакцию 01.03.2024

Принята к опубликованию 11.04.2024

Received 01.03.2024

Accepted 11.04.2024