

МРНТИ 87.23.31

<https://doi.org/10.32523/2616-6771-2024-147-2-92-106>

Научная статья

## Экологические происшествия при управлении отходами горнодобывающей промышленности

Л.Х. Акбаева<sup>1</sup>, Н.С. Мамытова<sup>2</sup>, Е.Ж. Макажанов<sup>3</sup>, Н.Ж. Жакешов<sup>4</sup>

<sup>1,4</sup>Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

<sup>2</sup>Казахский университет технологии и бизнеса имени К. Құлажанова, Астана, Казахстан

<sup>3</sup>Неправительственный экологический фонд имени В.И. Вернадского в Республике Казахстан, Астана, Казахстан

(E-mail: <sup>1</sup>akbaeva659@mail.ru, <sup>2</sup>nmamytova@mail.ru, <sup>3</sup>makazhanov82@mail.ru, <sup>4</sup>nurik2113.nz@gmail.com)

**Аннотация.** В работе проведено геоэкологическое исследование территории карьера Шаймерден и бывшего озера Сорколь. Рекомендована наилучшая доступная технология для предотвращения возникновения экологических происшествий при добыче руды. Научная новизна исследования заключается в описании явления исчезновения водного объекта в результате техногенной деятельности при добыче свинцово-цинковой руды. Образцы проб почвы с бывших донных отложений были исследованы на химический анализ. В целом характер показателей почвы указывает на то, что грунт уже в течение нескольких лет не покрыт водой. Биоиндикационный и маршрутный методы были использованы для подтверждения смены водной экосистемы на луговую. В качестве признаков были зафиксированы представители животного мира, такие, как лисы и зайцы, а абсолютным доминантам среди видов растительности является Кохия веничная. С помощью картографических методов была визуально запечатлена динамика исчезновения водоема. Результаты позволили сделать предположение о том, что высыхание водного объекта связано с деятельностью карьера Шаймерден.

**Ключевые слова:** Экологический Кодекс, геологоразведочные работы, единая информационная система охраны окружающей среды, наилучшая доступная технология, отходы горнодобывающей промышленности, крупное экологическое происшествие, разведка месторождений полезных ископаемых.

## **Введение**

Актуальность исследования в том, что горнодобывающая промышленность является одним из наиболее значимых секторов экономики Казахстана. Многочисленные предприятия вовлечены в непосредственную разведку и добычу, а также обеспечивают логистические операции по использованию недр, что обусловлено большим разнообразием извлекаемых ресурсов. Помимо сырья, необходимого для производства и потребления, в промышленности образуется целый ряд отходов, включая шлам, хвосты флотации, вскрышные породы при открытой разработке месторождений, вмещающие породы при добыче полезных ископаемых и многое другое. Опасные и неопасные отходы от добычи и переработки полезных ископаемых разделяются в соответствии со статьей 338 Экологического кодекса Республики Казахстан [1]. В 2022 году горнодобывающий сектор страны произвел 712,2 млн т отходов, что на 242,3 млн т больше, чем в 2021 году. За это же время горнодобывающие компании произвели 31,8 млн т опасных отходов, что на 24,7% больше, чем в 2021 году [2]. Производство опасных и неопасных отходов в основном связано с предприятиями горнодобывающей промышленности.

Согласно «Национальному докладу о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов Республики Казахстан за 2022 год», объем неопасных отходов в Казахстане увеличился на 51,5% по сравнению с 2021 годом. Это недвусмысленно демонстрирует, как развивалась отрасль и как увеличивались объемы отходов, что усиливало воздействие на окружающую среду [3].

Высшее руководство страны подтвердило актуальность проблемы. Президент Республики Казахстан утвердил концепцию перехода страны к «зеленой экономике» в Указе № 577 от 30 мая 2013 года. Эта стратегия определяет действия по осуществлению перехода к «зеленой экономике», которая охватывает следующие области: устойчивое использование водных ресурсов, развитие системы управления отходами, снижение загрязнения воздуха, а также защита экосистем и управление ими [4]. В дополнение к национальным программам Казахстан подписал ряд международных природоохранных соглашений, в том числе регулирующих обращение с отходами. 10 февраля 2003 года правительство приняло закон № 389, который позволил стране присоединиться к Базельской конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением. В результате были установлены требования, включая обеспечение того, чтобы производство опасных и других отходов было сведено к минимуму с учетом социальных, технологических и экономических соображений [5]. Последние события свидетельствуют о том, что правительство страны осознает необходимость надлежащего обращения с отходами для обеспечения долгосрочного развития и охраны окружающей среды.

## **Материалы и методы**

Озеро Сорколь расположено между карьером АО «Шаймерден» и Красногорским рудником в Камышинском районе Костанайской области, в 60 км к юго-западу от Лисаковска и в 156 км к юго-западу от Костаная (рис. 1). АО «Шаймерден» является

дочерним предприятием ТОО «Казцинк». Месторождение окисленных свинцово-цинковых руд, открытое в 1992 году, является уникальным по содержанию цинка (в среднем более 20%), не имеющим аналогов в Казахстане и странах СНГ. Месторождение разрабатывалось открытым способом, на территории исследования находятся карьер и отвалы. Рельеф местности равнинный, абсолютные высоты колеблются от 240 до 247,5 м. Ландшафт, окружающий свалку, сложен озерными впадинами и необычной сетью оврагов и балок [7, с. 9].



**Рисунок 1. Спутниковый снимок местоположения озера Сорколь**

Шахтные воды собирались и транспортировались с помощью системы водозабора Шалманского пруда, расположенного недалеко от озера. В течение многих десятилетий шахтные воды из карьеров № 3 и 1 Красногорского рудника КБРУ (АО «Алюминий Казахстан») сбрасывались в озеро Сорколь. Нараннихэтапахисследованияместорождения Шаймерден исследователи проанализировали потенциальные угрозы, связанные с этим водоемом. Они расценили это как серьезную опасность, поскольку это могло привести к серьезному загрязнению горных выработок, в частности, месторождения Шаймерден. Эта оценка послужила основой для принятия решения о сбросе карьерных вод из этого места в бассейн озера Кояндыкопа [7, с. 11].

До 2008 года план осушения карьеров Красногорского рудника предусматривал открытую дренажную систему со сложными отстойниками и водопонижающими колодцами, подключенными к общей напорной трубе, проложенной к озеру Сорколь. Последний был построен на фундаменте одноименного природного озера, которое, помимо шахтных вод, питается за счет паводкового стока с юга по Шалманскому оврагу и может пропускать до 3,5 млн м<sup>3</sup> внешней воды в многоводный год. Весеннее половодье 1994 года привело к переполнению озера Сорколь и затоплению лесополосы на северном берегу водохранилища, что потребовало немедленного строительства заградительных дамб [8, с. 2].

Разработка карьера на месторождении была завершена в 2011 году. Оставшиеся добытые необработанные залежи концентрируются в рудоотвалах, где руда измельчается и направляется на дальнейшую переработку. Валунные вскрышные породы, извлеченные из недр при разработке запасов, складываются в отвал породы на поверхности. На начало 2023 года остатки товарной руды на отвалах карьера Шаймерден составляют 932,6 млн т [7, с. 12].

Сотрудники «Неправительственного экологического фонда имени В.И. Вернадского в Республике Казахстан» опросили местных жителей, которые заявили, что водоем еще существовал в период с 2000 по 2005 год, наполняясь в периоды половодья [9, с. 17]. Спутниковое изображение района исследования за 2014 год наглядно показывает наличие воды в озере, однако размер самого водоема значительно меньше по сравнению с предыдущими периодами (рис. 2).



**Рисунок 2. Спутниковый снимок района исследования в апреле 2014 года**

К 2015 году озеро Сорколь полностью высохло, о чем свидетельствуют последние спутниковые снимки. На следующем спутниковом снимке, сделанном в апреле 2022 года (во время весеннего половодья), озеро как таковое не изображено, и несколько автомобильных дорог пересекают высохшее дно во всех направлениях (рис. 3).



**Рисунок 3. Спутниковый снимок района исследования в апреле 2022 года**

Чтобы исследовать процессы исчезновения озера Сорколь, с 2004 по 2020 год с помощью программного обеспечения Google Earth Pro были изучены спутниковые изображения [10]. Местоположение района проведения исследований было определено путем объединения описания объекта исследования с географическими координатами самого озера. Затем были выделены контуры озера: во время паводка, промышленные зоны АО «Шаймерден» и Красногорского бокситового рудника АО «Алюминий Казахстан», а также отвалы горной породы. Инструмент «Добавить полигон» позволял очертить контуры объектов и подписать их. При построении контура озера Сорколь в качестве основы был использован спутниковый снимок исследуемого участка, сделанный в 1985 году, поскольку выбранный масштаб включает только моментальный снимок местности во время паводка. Чтобы очертить контуры фирм, был использован самый последний снимок - в данном случае спутниковый снимок 2022 года, который охватывал всю территорию промышленных объектов.

Чтобы оценить динамику развития исследовательского объекта с 2004 по 2020 год, важно удалиться от поверхности земли, поскольку имеется больше спутниковых фотографий объекта в меньшем масштабе. Затем с помощью функции «Показать исторические фотографии» были получены изображения предшествующих лет. Для сохранения полученных данных был использован инструмент «Сохранить изображение». Для получения высококачественных фотографий были внесены некоторые изменения:

Компас был направлен точно на север;

Масштаб был определен в 7 км;

Названия на карте и условные обозначения были стерты, так как в этом не было необходимости.

Таким образом, было собрано 17 изображений места исследования. Затем фотографии были объединены в фильм, что позволило нам увидеть не только динамику исчезновения озера, но и антропогенную модификацию окружающей местности (рис. 4). Кроме того, был сгенерирован индекс NDWI, чтобы математически подтвердить, что водоем высох.



Рисунок 4. Спутниковый снимок района исследования за 2010 год

В этом исследовании использовался нормализованный индекс разности водоемов (NDWI), который широко используется для измерения содержания воды в растениях и обнаружения водных объектов на поверхности земли. Эффективность NDWI особенно высока в районах с высокими сельскохозяйственными показателями и для мониторинга изменений в водных ресурсах.

Формула для расчета индекса NDWI следующая:

$$NDWI = \frac{(GREEN - NIR)}{(GREEN + NIR)} \quad (1)$$

где: GREEN – отражение в зеленом канале;

NIR – отражение в ближнем инфракрасном канале.

Для получения необходимых данных были использованы спутниковые снимки Landsat 7 и Landsat 8, доступные через платформу EarthExplorer. Спутник Landsat 7 содержит спектральный канал GREEN как часть канала 2 (0,52–0,60 мкм), а канал NIR представлен в канале 4 (0,77–0,90 мкм). Для Landsat 8 эти данные соответствуют каналу 3 (0,53–0,59 мкм) для GREEN и каналу 5 (0,85–0,88 мкм) для NIR [11].

После скачивания изображений с использованием EarthExplorer расчет NDWI производился в программном обеспечении ArcGIS через инструмент Raster Calculator, который позволяет выполнить необходимые арифметические операции с растровыми картами. Процесс расчета включал загрузку соответствующих каналов, выполнение расчета по указанной формуле и сохранение полученных данных в виде нового растрового слоя (рис. 5).

Для графического представления и дальнейшего анализа результатов использовалась программа QGIS. Этот инструмент обеспечивал возможности для визуализации, создания картографических композиций и анализа пространственных данных, что было ключевым для интерпретации изменений в распределении водных ресурсов.

Данный метод позволяет наглядно оценить распределение водных ресурсов на исследуемой территории, а также отслеживать динамику изменений за интересующий период.

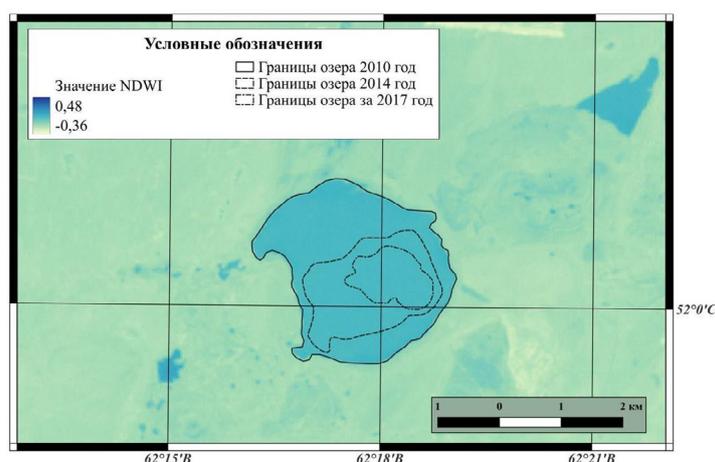


Рисунок 5. Значение индекса NDWI для озера Сорколь в 2010 году

## Результаты и обсуждение

Динамика исчезновения озера Сорколь с 2004 по 2020 год показывает, что водоем начал быстро высыхать в 2011 году и полностью обмелел к 2015 году. С 2016 по 2020 год озеро было заполнено, хотя его объем не увеличился до уровня 2011 года. Обобщенные карты, основанные на индексе NDWI, дают те же результаты. В то же время, начиная с 2011 года, фотографии и карты показывают наличие нового водоема к юго-западу от дна озера. Этот объект растет в размерах и не исчезнет до 2020 года. На спутниковом снимке 2022 года также видно водохранилище рядом с местом проведения исследований. Объект появился в карьере месторождения Шаймерден после прекращения деятельности предприятия в 2011 году. В последующие годы разработка месторождения не велась, но вскрышные породы из отвалов перерабатывались для получения свинцового концентрата. Более того, записи показывают, что до закрытия предприятия минерализация воды в шахте соответствовала показателям воды из озера Сорколь. В ходе полевых исследований специалисты встретились с сотрудниками АО «Шаймерден», которые заявили, что озеро питается из подземных источников. Подземные воды впадали в карьер, наполняя и, возможно, по сей день питают его.

Озеро Сорколь было утеряно в результате остановки добычи на месторождении Шаймерден. После завершения работ карьер должен был быть засыпан вскрышными породами, чтобы предотвратить попадание грунтовых вод в шахту, как того требует Экологический кодекс Республики Казахстан.

В целом, почвы имеют нейтральную среду. Почвы чрезвычайно засолены; тип засоления 0 содовое, о чем свидетельствует высокое содержание густого осадка и удельная электрическая проводимость, составляющая 1980 мСм/см. Почва содержит минимальное количество гумуса, но при этом богата питательными веществами, которые легко доступны. Ее можно использовать в качестве почвенной добавки или удобрения. Однако карбонаты и бикарбонаты наиболее ядовиты для растений. Гранулометрический состав, по Качинскому, представляет собой легкий суглинок. В целом, характер почвенных показателей свидетельствует о том, что почва не насыщалась водой в течение нескольких лет. Результаты испытаний в соответствии с протоколом № 74Р приведены в таблице 1.

**Таблица 1. Основные показатели почв бывших донных отложений [9]**

№	Наименование показателей	Фактические результаты	Превышение ПДК
1	Нитритный азот, мг/кг	66,10	Высокое
2	Подвижный фосфор, мг/кг	43,96	Повышенное
3	Подвижный калий, мг/кг	493	Очень высокое
4	Подвижная сера, мг/кг	135,79	Очень высокое

5	Гумус, %	2,00	Низкое
6	pH (KCl)	7,23	Нейтральное
7	*pH	7,58	Нейтральное
8	Кальций в водной вытяжке мг-экв/100 г	11,75 (0,235%)	-
9	Магний в водной вытяжке, мг-экв/100 г	2,00 (0,0244%)	-
10	Натрий, мг-экв/100г	7,62 (1,75%)	-
11	Хлориды ммоль/100 г	2,2 (0,0781%)	-
12	Сульфаты, ммоль/100 г	4,1 (0,197%)	-
13	Удельная электрическая проводимость, мСм/см	1980	-
14	Карбонаты в водной вытяжке, мг-экв/100 г	Не обнаружено	-
15	Гидрокарбонаты в водной вытяжке, мг-экв/100 г	166,9 (10,2%)	-
16	Плотный остаток водной вытяжки	1,212%	-
17	Органический углерод почвы	1,16%	-
18	Гранулометрический состав почвы	Потеря при обработке -13,584%, 1-0,25 мм - 59,95%, 0,25-0,05 мм - 9,745%, 0,05-0,01 мм - 1,308%, 0,01-0,005 мм - 0,388%, 0,005-0,01 мм -2,472%, <0,001 мм - 26,136% Песок - 71,005%, Глина - 2,859%, Ил - 26,136%	

Примечание: Составлено на основе данных из [9].

Было изучено содержание в почве следующих компонентов: нитритный азот, фосфор, калий, сера, гумус, pH (KCl), pH кальция, магния, натрия, хлоридов, сульфатов, удельная электропроводность, карбонаты, бикарбонаты, плотный остаток, органический углерод, гранулометрический состав почвы.

Согласно результатам анализа, показатели в норме, за исключением нескольких компонентов: нитритный азот – 66,10 высокий избыток, фосфор – 43,96 повышенный, калий – 493 чрезвычайно высокий, сера – 135,79 чрезвычайно высокий, гумус – 2,00 низкий.

Другие компоненты, изученные в осадках, находятся в норме: pH (KCl) – 7,23 нейтральный, pH – 7,58 нейтральный, кальций – 11,75, магний – 2,00, натрий – 7,62,

хлориды – 2,2, сульфаты – 4,1, электропроводность – 1980, карбонаты – не обнаружены, бикарбонаты – 166,9, плотный остаток – 1,212%, органический углерод – 1,16%.

По гранулометрическому составу почва составляет: песок – 71,005%, глина – 2,859%, ил – 26,136%. Образцы почв со дна озера указывают на наличие солончаков в районе исследования и по механическому составу относятся к рыхло-песчаным почвам.

В ходе исследования исчезновения водоема из-за некачественного обращения с отходами в горнодобывающей промышленности были изучены информационные и технические справочники по наилучшим доступным технологиям (техникам) из Российской Федерации, Европейского Союза и Казахстана. Тема использования вскрышных пород в качестве материала для засыпки выработанных карьеров и шахт для проведения компенсационных работ была специально изучена с целью уменьшения антропогенной деформации ландшафта и ущерба окружающей среде. ИТС 16–2023 «Горнодобывающая промышленность. Общие процессы и методы» содержит информацию о применении вскрышных и вмещающих пород [6, с. 78]. Некоторые стратегии обращения с промышленными отходами включают заполнение пустот горной массой, получение строительных материалов и планирование утилизации и обогащения отходов горной промышленности.

Использование обратного размещения извлеченных пород является наилучшей практикой, поскольку это помогает предотвратить или уменьшить образование отходов горных работ, а также обеспечивает рекультивацию территории путем запрета на отчуждение новых земель для сбора, хранения и утилизации отходов [6, с. 78].

Обратная засыпка — это процесс заполнения выработанного пространства шахты материалами. Она используется для следующих целей в качестве альтернативы поверхностному размещению как при подземной, так и при открытой добыче полезных ископаемых:

- Подземная разработка направлена на обеспечение стабильности грунта, уменьшение просадок, обеспечение безопасности кровли и улучшение вентиляции;
- Разработка открытым способом направлена на восстановление ландшафта и поддержание безопасности сооружений, таких, как карьер.

Существует четыре разновидности действующих обратных закладок: сухая, цементирующая, гидравлическая и пастообразная [6, с. 80].

Вскрышные породы и пустая порода могут приносить экономическую выгоду за счет производства заполнителей (щебня). Возможность производства строительных минералов в значительной степени зависит от наличия на местных рынках материалов определенного качества (например, соответствующих стандартам и разумных транспортных расходов). Эти установки используются в строительстве, в дорожном строительстве, в гражданском строительстве, для защиты побережья и для самостоятельного строительства. Инертные отходы (по определению) не создают проблем для окружающей среды; но неинертные и неопасные горные породы могут использоваться по определенным причинам, например, в качестве фундаментов при дорожном строительстве. Это определяется их индивидуальными особенностями, технологическими, экономическими и экологическими требованиями. Некоторые

строительные минералы также могут быть использованы в коммерческих целях в химической промышленности [6, с. 81].

Переработка старых отходов горнодобывающей промышленности — это давняя практика, которая применяется ко всем видам полезных ископаемых, включая энергетику, металлические руды, промышленность и строительство. Отходы с низким содержанием исходного минерала, которые в настоящее время хранятся в хвостохранилищах или отвалах, перерабатываются с получением готового продукта, такого, как металл, щебень (заполнители), уголь (для энергетических полезных ископаемых) и так далее. Технический прогресс сделал экономически целесообразным использование отходов прошлых горных работ в качестве ресурса [6, с. 82].

Для уменьшения образования отходов рекомендуется также проводить эффективные геологоразведочные работы.

Использование современных методов разведки (таких, как электрорезистивная томография (ERT), георадар (GPR) и т.д.) или математическое моделирование местоположения массива полезных ископаемых позволяет избежать крупномасштабного бурения; предоставлять ответы о качестве и рыночном спросе на продукт на основе его характеристик; оптимизировать объемы добычи за счет локализации зон залежей. Надлежащие характеристики ресурсов и отходов при добыче полезных ископаемых, а также предварительное планирование добычи обеспечивают эффективное извлечение и стерилизацию ресурсов (т.е. способствуют доступности исходного сырья в будущем) [6, с. 79].

В руководстве представлен полный перечень наилучших доступных технологий (НДТ), направленных на снижение воздействия отходов горнодобывающей промышленности на окружающую среду. Среди этих методов особого внимания заслуживает НДТ 5.8.12. Эта конкретная технология предполагает использование подземных отходов для различных эксплуатационных и производственных целей, таких, как укрепление откосов, засыпка карьерных дорог и рабочих площадок, а также использование в качестве взрывного материала. Кроме того, это облегчает обслуживание инфраструктуры, помогает в закрытии шахт, поддерживает усилия по рекультивации земель и вносит свой вклад в производство строительных материалов. Используя этот подход, можно сократить объем удаляемых отходов, что приведет к уменьшению площади земельных участков, необходимых для размещения свалок и, следовательно, к минимизации воздействия на окружающую среду [6, с. 21].

В документе MTWR BREF (ЕС-JRC 2009) предлагается следующий приблизительный диапазон затрат на утилизацию отходов добывающего сектора: от 0,3 до 0,8 евро за т, в зависимости от расстояния транспортировки (15 или 100 км соответственно) [21].

При той же продолжительности транспортировки дешевле возвращать отходы горной промышленности в выемочный карьер на поверхности, чем подготавливать новое место для захоронения отходов горной промышленности (включая свалку).

## **Заключение**

Следует отметить, что исчезновение озера Сорколь было доказано как данными спутниковых снимков Google Earth, так и синтезированными картами значения индекса NDWI. Использование биоиндикации и маршрутных методов позволило выявить основные экосистемы на территории бывшего озера Сорколь, а также описать характер растительности и животного мира на исследуемой территории. Из приведенных выше данных следует, что экосистема озера полностью изменилась на луговую. Этот факт подтверждается растительными сообществами и следами жизнедеятельности представителей животного мира. Наилучшей доступной технологией для решения подобных ситуаций является обратная засыпка пустых пород.

Научно-исследовательская работа выполнена за счет проекта "Исследование территории исчезнувшего озера Сорколь и "Малый Танат" Процедуры согласования и исключения из списка Водного кадастра. Конфликта интересов нет.

**Финансирование:** нет.

**Конфликт интересов:** отсутствует.

**Вклад авторов:** - существенный вклад в концепцию или дизайн работы: сбор анализ или интерпретация результатов работы: Акбаева Л.Х., Макажанов Е.Ж., Жакешов Н.Ж. ; - написание текста и/или критический пересмотр его содержания: Акбаева Л.Х., Мамытова Н.С. ; - утверждение окончательного варианта статьи для публикации: Акбаева Л.Х., Макажанов Е.Ж., Жакешов Н.Ж. ; - согласие нести ответственность за все аспекты работы, надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с достоверностью данных или целостностью всех частей статьи: Акбаева Л.Х., Макажанов Е.Ж.

## **Список литературы**

1. Экологический Кодекс Республики Казахстан от 2 января 2021 года № 400-VI ЗРК – Астана, 2021. – 410 с.
2. Информационный обзор по результатам ведения государственного кадастра отходов за 2022 год – [Электрон. ресурс] - URL: <https://oos.ecogeo.gov.kz/> (дата обращения: 28.05.2024).
3. Национальный доклад о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов Республики Казахстан за 2022 год – [Электрон. ресурс] - URL: <https://ecogofond.kz/> (дата обращения: 28.05.2024).
4. Указ Президента Республики Казахстан от 30 мая 2013 года № 577 «О Концепции по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике». – Астана, 2013. – 48 с.
5. Закон Республики Казахстан от 10 февраля 2003 года № 389 «О присоединении Республики Казахстан к Базельской конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением». – Астана, 2003. – 36 с.

6. ИТС 16–2023 Горнодобывающая промышленность. Общие процессы и методы – [Электрон. ресурс] - URL: <https://www.geokniga.org/books/34880> (дата обращения: 28.05.2024).
7. Проект горных работ по дроблению и вывозу свинцово-цинковых руд с рудного склада. Книга. Пояснительная записка и текстовые приложения АО «Шаймерден». Лисаковск, 2022 – [Электрон. ресурс] - URL: <https://esportal.kz/> (дата обращения: 28.05.2024).
8. Бекмагамбетов Б.И., Едигенов М.Б. Проблемы осушения и водоотведения на горнорудных предприятиях Костанайской области // Геология и охрана недр. - 2016. - №1(38). - С.77-82.
9. Отчет полевых исследований проектной территории месторождения Краснооктябрьское, Костанайская область. Сентябрь 2022. Общественный фонд «Неправительственный экологический фонд им. В.И. Вернадского в Республике Казахстан». - Астана, 2022.
10. Как изменить графические настройки программы «Google Планета Земля» – [Электрон. ресурс] - URL: <https://support.google.com/earth/answer/148070?hl=ru> (дата обращения: 28.05.2024).
11. NDWI: Нормализованный Разностный Водный Индекс – [Электрон. ресурс] - URL: <https://eos.com/ru/make-an-analysis/ndwi/> (дата обращения: 28.05.2024).
12. ГОСТ 26951-86 Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом.
13. ГОСТ 26205-91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО.
14. ГОСТ 26490-85 Почвы. Определение подвижной серы по методу ЦИНАО.
15. ГОСТ 26213-2021 Почвы. Методы определения органического вещества.
16. ГОСТ 26483-85 Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО.
17. ГОСТ 26424-85 Почвы. Метод определения ионов карбоната и бикарбоната в водной вытяжке.
18. ГОСТ 12536-2014 Межгосударственный стандарт Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.
19. ГОСТ 26423-85 Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки.
20. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3.74-2012 (KZ.07.00.03091-2015) Определение водорастворимых форм неорганических катионов в почвах, грунтах тепличных, глинах, торфе, осадках сточных вод, активном иле, донных отложениях.
21. E. Garbarino, G. Orveillon, Hans G. M. Saveyn, P. Barthe, P. Eder. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Management of Waste from Extractive Industries // Joint Research Centre.- 2018.-№13.-P.241-243.

Л.Х. Акбаева<sup>1</sup>, Н.С. Мамытова<sup>2</sup>, Е.Ж. Макажанов<sup>3</sup>, Н.Ж. Жакешов<sup>4</sup>

<sup>1,4</sup>Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

<sup>2</sup>Қ. Кулажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан

<sup>3</sup>«Қазақстан Республикасында В.И. Вернадский үкіметтік емес экологиялық қор»,  
Астана, Қазақстан

### Тау-кен қалдықтарын басқарудағы экологиялық оқиғалар

**Аңдатпа.** Жұмыста Шаймерден карьері мен бұрынғы аумақты геоэкологиялық зерттеу жүргізілді Соркөл көлі. Кенді өндіру кезінде экологиялық оқиғалардың пайда болуын болдырмау үшін ең жақсы қолжетімді технология ұсынылады. Зерттеудің ғылыми жаңалығы қорғасын-мырыш кенін өндірудегі техногендік қызмет нәтижесінде су объектісінің жойылу құбылысын сипаттаудан тұрады. Шаймерден кенішінің түбіндегі топырақ шөгінділері зерттелді. Бұрынғы түбіндегі шөгінділерден топырақ сынамаларының үлгілері зерттелді химиялық талдау. Нәтижесінде топырақ бейтарап ортаға ие. Топырақ қатты тұздалған, тұздану түрі сода, бұл тығыз қалдықтың, электр өткізгіштігінің маңыздылығымен дәлелденеді. Топырақта гумус аз, бірақ топырақ қол жетімді түрде қоректік заттарға бай. Тыңайтқыш ретінде топырақтың құрамдас бөлігі ретінде пайдалануға болады. Бірақ карбонаттар мен гидрокарбонаттар өсімдіктер үшін ең улы болып табылады. Качинскийдің гранулометриялық құрамы Жеңіл. Жалпы алғанда, топырақ көрсеткіштерінің сипаты топырақтың бірнеше жыл бойы сумен жабылмағанын көрсетеді.

**Түйін сөздер:** Экологиялық Кодекс, геологиялық барлау жұмыстары, қоршаған ортаны қорғаудың бірыңғай ақпараттық жүйесі, ең жақсы қолжетімді технология, тау-кен өнеркәсібінің қалдықтары, ірі экологиялық оқиға, пайдалы қазбалар кен орындарын барлау.

L. Akbayeva<sup>1</sup>, N. Mamytova<sup>2</sup>, Y. Makazhanov<sup>3</sup>, N. Zhakeshov<sup>4</sup>

<sup>1,4</sup>L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

<sup>2</sup>Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov, Astana, Kazakhstan

<sup>3</sup>V.I. Vernadsky Non-Governmental Ecological Fund in the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan

### Environmental incidents in mining waste management

**Abstract:** The present study represents the geo-ecological investigation of the the Shaimerden open pit mine area and the former Sorcol Lake. It was advised to use the greatest technology to avoid environmental mishaps when extracting ore. The study's scientific uniqueness resides in its explanation of the phenomena of water bodies disappearing due to technological operations involved in lead-zinc ore mining. Soil samples from former sediments were examined for chemical analysis. In general, the nature of the soil indicators indicates that the soil has not been covered with water for several years. Bioindication and route methods were used to confirm the change of the aquatic ecosystem to the meadow one. World life, including foxes and hares, were recorded as signs, and the absolute dominant among the vegetation species is the Bassia. Using cartographic methods, the dynamics of the disappearance of the reservoir was visually captured. The results allowed us to make an assumption that the drying of the water body is associated with the activity of the Shaimerden quarry.

**Keywords:** Environmental Code, geological exploration, unified information system for environmental protection, the best available technology, waste from the mining industry, a major environmental accident, exploration of mineral deposits.

## References

1. Environmental Code of the Republic of Kazakhstan dated January 2, 2021 No. 400-VI ZRK – Astana, 2021. – 410 p.
2. Information review on the results of the state waste cadastre for 2022 – [Electron. link] - URL: <https://oos.ecogeo.gov.kz/> (date of issue: 05/28/2024)
3. National Report on the state of the Environment and on the use of natural Resources of the Republic of Kazakhstan for 2022 – [Electron. link] - URL: <https://ecogofond.kz/> (date of issue: 05/28/2024)
4. Decree of the President of the Republic of Kazakhstan dated May 30, 2013 No. 577 "On the Concept of transition of the Republic of Kazakhstan to a "green economy" – Astana, 2013. – 48 p.
5. Law of the Republic of Kazakhstan dated February 10, 2003 No. 389 "On the accession of the Republic of Kazakhstan to the Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal" – Astana, 2003. – 36 p.
6. ITR 16-2023 Mining industry. Common processes and methods – [Electron. link] - URL: <https://www.geokniga.org/books/34880> (date of issue: 05/28/2024)
7. Mining project for crushing and removal of lead-zinc ores from an ore warehouse. Book. Explanatory note and text appendices. Shaimerden JSC. Lisakovsk, 2022 – [Electron. link] - URL: <https://ecoportal.kz/> (date of issue: 05/28/2024)
8. B.I. Bekmagambetov, M.B. Edigenov. Problems of drainage and sanitation at mining enterprises of Kostanay region // Geology and protection of mineral resources.-2016.-№1(38)- P.77-82.
9. Field research report on the project area of the Krasnooktyabrskoye field, Kostanay region. September 2022. Public Foundation "V.I. Vernadsky Non-Governmental Environmental Foundation in the Republic of Kazakhstan". - Astana, 2022.
10. How to change the graphical settings of the Google Earth program. – [Electronic resource. link] - URL: <https://support.google.com/earth/answer/148070> (date of issue: 05/28/2024)
11. NDWI: Normalized Difference Water Index – [Electronic resource]. link] - URL: <https://eos.com/ru/make-an-analysis/ndwi/> (date of issue: 05/28/2024)
12. GOST 26951-86 Soils. Determination of nitrates by the ionometric method.
13. GOST 26205-91 Soils. Determination of mobile phosphorus and potassium compounds by the Machigin method in the modification of the TSINAO.
14. GOST 26490-85 Soils. Determination of mobile sulfur by the TSINAO method.
15. GOST 26213-2021 Soils. Methods for the determination of organic matter.
16. GOST 26483-85 Soils. Preparation of salt extract and determination of its pH by the TSINAO method.
17. GOST 26424-85 Soils. A method for determining carbonate and bicarbonate ions in an aqueous extract.
18. GOST12536-2014 Interstate standard Soils. Methods of laboratory determination of granulometric (grain) and microaggregate composition.

19. GOST 26423-85 Soils. Methods for determining the specific electrical conductivity, pH and dense residue of aqueous extract.

20. PND F 16.1:2.2.2:2.3.74-2012 (KZ.07.00.03091-2015) Determination of water-soluble forms of inorganic cations in soils, greenhouse soils, clays, peat, sewage sludge, activated sludge, bottom sediments.

21. E. Garbarino, G. Orveyon, Hans G. M. Savein, P. Barth, P. Eder. Reference document on the best available technologies (BAT) for waste management in the extractive industry // Joint Research Center.-2018.-No.13.-P.241-243.

### Сведения об авторах:

**Акбаева Л.Х.** – кандидат биологических наук, профессор кафедры «Управление и инжиниринг в сфере охраны окружающей среды», Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, ул. Кажымукана, 13, Астана, Казахстан.

**Мамытова Н.С.** – доктор философии PhD, асс. профессор кафедры «Химия, химическая технология и экология», Казахский университет технологии и бизнеса имени К. Кулажанова, ул. Кайым Мухамедханова, 37А, Астана, Казахстан.

**Макажанов Е.Ж.** – соискатель ученой степени кандидата биологических наук, научный руководитель общественного фонда «Неправительственный экологический фонд им. В.И. Вернадского в Республике Казахстан», проспект Кабанбай батыра, 40, Астана, Казахстан.

**Жакешов Н.Ж.** – магистрант кафедры «Управление и инжиниринг в сфере охраны окружающей среды», Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, ул. Кажымукана, 13, Астана, Казахстан.

**Akbayeva L.K.** – Candidate of Biological Sciences, Professor of the Department “Management and Engineering in the Field of Environmental Protection” of L.N. Gumilyov Eurasian National University, 13 Kazhymukan Street, Astana, Kazakhstan.

**Mamytova N.** – PhD, Ass. Professor of the Department of "Chemistry, Chemical Technology and Ecology", Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov, 37 A, Kayum Mukhamedkhanov Street, Astana, Kazakhstan.

**Makazhanov Y.** – Candidate of Biological Sciences, Scientific Supervisor of the Public Foundation “V.I. Vernadsky Non-Governmental Ecological Fund in the Republic of Kazakhstan”, 40 Kabanbay Batyr Avenue, Astana, Kazakhstan.

**Zhakeshov N.Z.** – graduate student of the Department “Management and Engineering in the field of Environmental Protection” of L.N. Gumilyov Eurasian National University, 13 Kazhymukan Street, Astana, Kazakhstan.



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).