



Системный анализ факторов потенциального воздействия на окружающую и социальную среду при реализации промышленных проектов

С.Н. Гончаренко¹, В.И. Артюхов²

^{1,2}Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»,
Москва

Аннотация: В работе рассматривались два обширных направления - экология и социально-экономическая сфера, включающие в себя оценку и управление экологическими и социальными рисками, определение эффективности использования ресурсов и предотвращение загрязнений, а также анализ факторов устойчивого управления природными ресурсами. Проведено исследование видов деятельности, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду и местное население, в период реализации проекта. Данные виды деятельности, были исследованы применительно к трем основным fazам реализации проекта: строительство; эксплуатация; ликвидация. Результаты исследования были использованы при определении факторов и категорий воздействия на экономику и занятость, безопасность и благополучие местного населения, социальную напряженность, землевладение и землепользование.

Ключевые слова: предотвращение загрязнений, экологические риски, фазы реализации проекта, защита окружающей среды, ликвидационный план, факторы негативного воздействия, социальная напряженность, мониторинг экологических факторов, критерии физической устойчивости, факторы закисления грунтовых вод, безопасность ведения горных работ.

Обязательным условием при реализации проекта является следование высочайшим стандартам в области охраны труда и защите окружающей среды. Система административного управления придает первостепенное значение вопросам выявления и контроля опасных факторов, информирования персонала и местного населения, обеспечения сохранности окружающей среды и исключения происшествий на рабочем месте [1]. Кроме того, реализация промышленных проектов по освоению месторождений полезных ископаемых оказывает воздействие на социальную сферу, что потребует от предприятия принятия определенных мер по его контролю. Работа в данном направлении должна проводиться согласно разработанного плана информационной работы, с помощью определенных процедур разрешения конфликтных ситуаций.

Социально-экономические последствия в связи с реализацией проекта изучались и оценивались в предварительном порядке во время рамочного анализа для выработки и понимания уровня потенциального воздействия. Проведенная оценка была основана на имеющихся в настоящее время данных, текущих результатах фоновых исследований, а также практическом опыте, полученном при реализации аналогичных проектов в схожей социально-экономической среде. Принималось в расчет, что проект создаст новые возможности для трудоустройства, которые будут особенно благоприятными на этапе строительства, когда будет необходимость в большем количестве менее квалифицированной рабочей силы. В отсутствие хорошо регулируемой кадровой политики создание рабочих мест может усилить социальное разделение и, в некоторых случаях, создаст конфликты на местном уровне, если соискатели не поверят, что политика поиска и найма персонала является справедливой и прозрачной. Для экономики региона, а также для снижения риска напряжения между местными жителями и работниками со стороны важно, чтобы компания разработала «прозрачную» стратегию найма и четко информировала о ней [2].

Во время строительных работ существует повышенный риск травм работников на участках проведения крупномасштабных земляных работ и работ вблизи активно используемых дорог [3]. Компания разработает для проекта систему охраны труда, техники безопасности и защиты окружающей среды в соответствии с международным опытом, которая определит риски для здоровья и безопасности рабочих (таблица №1). Дополнительная экономическая покупательная способность рабочих может способствовать повышению цен на местные товары и услуги, что сделает удовлетворения нужд местного населения более дорогостоящим. Потребность в местных товарах и услугах в целом рассматривается в качестве положительного социального фактора, способствующего росту покупательной способности,

придающей стимул местной экономике. Однако, воздействие может быть меньшим и даже отрицательным, если процедуры закупок непрозрачны.

Таблица №1

Экологические и социальные риски реализации промышленного проекта
освоения месторождения полезных ископаемых

Производственные факторы 1	Экологические риски 2	Социальные риски 3
Дорожно-транспортные происшествия из-за возросшей интенсивности дорожного движения.	Прямое воздействие на человека и/или домашний скот	Ограничение скоростного режима. Обучение водителей. Компенсация за причиненный ущерб.
Сопротивление местного населения строительству горнодобывающего предприятия	Возможные социальные волнения, способные затронуть работу предприятия	Общественное обсуждение. Тщательное разрешение конфликтов
Неопределенность в отношении качественного состава и уровня подземных вод в период разработки и ликвидации предприятия	Возможный источник загрязненной воды для домашнего скота и диких животных. Риски для здоровья человека.	Меры смягчения могут оказаться невыполнимыми, потребуется рассмотрение мер по недопущению.
Выбросы в атмосферу могут оказать негативное воздействие на близлежащие населенные пункты и сельскохозяйственные земли.	Загрязнение урожая и заражение домашнего скота вызовет недовольство местного населения и может привести к возникновению социальных конфликтов.	Обеспечить надлежащую работу средств контроля атмосферных выбросов в период строительства и эксплуатации предприятия.

Сельскохозяйственное производство на подсобном участке и животноводство являются наиболее важными источниками пропитания для домашних хозяйств в небольших населенных пунктах вблизи участка проектируемого предприятия. Под строительство будут изыматься некоторые земли, которые обычно используются местным населением для выращивания сена и выпаса скота. Компания продолжит проводить консультации с местным населением, чтобы убедиться, что существуют альтернативные земли, которые местное население может использовать в сельскохозяйственных целях и, что доступные на сегодня способы пропитания не будут затронуты в связи с освоением месторождения. Компания, насколько возможно, будет снижать уровень шума и образования пыли в связи со строительными работами и обеспечивать безопасность на дорогах (т.е. организует безопасные пересечения и проч.). Проект может создать условия для сотрудничества с местными образовательными учреждениями с целью обеспечения возможности для обучения персонала. Важно, чтобы такие инициативы были связаны с обеспечением местного правительства, чтобы усилить положительное воздействие и обеспечить стабильность. Присутствие рабочей силы со стороны может иметь ряд воздействий на местное сообщество на ближайшей территории, что может привести к созданию напряжения между сообществами [4, 5]; в частности, в ситуациях, когда затронутое население характеризуется низким уровнем экономического развития. Некоторые из этих видов потенциального воздействия включают возросшее потребление местных товаров и услуг; воздействие на местные обычаи, нормы и социальные институты. В населенных пунктах вблизи месторождения существуют определенные группы населения, которые могут быть особенно уязвимы к отрицательному воздействию и рискам проекта [6]. Уязвимые лица обычно игнорируются и, в большинстве случаев, не высказываются на собраниях, которые посещают.

Их следует поддерживать при участии в консультативном процессе, чтобы обеспечить их равное представительство и включение их интересов в процессе консультаций и принятия решений, связанных с проектом. Эти группы включают женщин, одиноких матерей, большие семьи, малообеспеченных лиц или семьи, молодежь, пенсионеров, инвалидов. В силу ограниченного объема необходимой информации, при прогнозировании экологических последствий в связи с реализацией проекта присутствует ряд факторов неопределенности. Необходимо оценить влияние, оказываемое предприятием на уровни локальных грунтовых вод может отрицательно сказаться на естественных ареалах обитания, а также на сельскохозяйственных землях [7, 8]. Изменения в качественном составе воздуха, вызванные выбросами от горных машин и технологического оборудования, а также пылением при проведении горных работ, дроблении и переработки руды, а также при складировании пустой породы и хвостов могут отрицательно сказаться на качестве местных почв, растительности, использовании сельскохозяйственных земель, и здоровье человека [9]. Изменение уровня грунтовых вод в период эксплуатации, и в после ликвидационный период, а также вероятные изменения качественного состава воды в карьере в пост-ликвидационный период могут оказать негативное влияние на биоценоз. На всем протяжении реализации проекта необходимо обеспечить интенсивное и целенаправленное взаимодействие со всеми заинтересованными сторонами. Данную работу необходимо тщательно планировать и документировать координатором по связям с общественностью, и впоследствии проанализировать и включить в содержание окончательного отчета с оценкой воздействия на окружающую и социальную среду. Основное воздействие на фазе строительства связано с расчисткой и подготовкой площадки, строительством вспомогательной инфраструктуры предприятия (таблица № 2).

Таблица № 2

Потенциальное воздействие на окружающую среду и социально-экономическую сферу на стадии строительства предприятия

Виды работ по проекту	Описание	Потенциальное воздействие на окружающую среду и социально-экономическую сферу
Подготовка промплощадки	Перед строительством инфраструктуры удаляется растительность. Внутриплощадочные подъездные дороги строятся для доступа к объектам инфраструктуры (котлованы, топливные склады, жилые и офисные помещения).	Утрата растительности и мест обитания на затронутых территориях. Временный шум, пыль, изменение качества воздуха из-за работающего оборудования.
Горные выработки	Удаление растительности и вскрышных пород. Подготовка постоянных отвалов пустой породы. Доставка горного оборудования на площадку.	Эрозия и стоки с отвалов пустой породы могут повлиять на грунтовые воды.
Обогатительная фабрика	Расчистка растительности и строительство площадки	Утрата мест обитания.
Инфраструктура	Строительство объектов инфраструктуры, в том числе объектов для транспортировки руды, временных жилых помещений офисов, хранилищ и складов.	Опасности, связанные с дорожным движением. Усиление эрозии на участках штабелирования и складирования.
Транспорт	Передвижение техники и материального обеспечения по существующим железным и автомобильным дорогам.	Пыль, испарения, проливы топлива – загрязнение почвы и грунтовых вод.



Таким образом, на этапе строительства предприятия основное воздействие будет оказано на качество воздуха в виде пыли от строительных работ и выбросов, производимых строительной техникой [10]. Сверхпороговый уровень шума от строительных работ повлияет на животный мир района, а также может вызвать миграцию отдельных представителей местного населения. Степень воздействия на грунтовые воды строительными работами окажется минимальной ввиду небольшого ожидаемого объема разработки грунтов до глубины залегания подземных вод. Растительный мир площади, занимаемой предприятием, будет подвержен непосредственному воздействию, что приведет к его утрате, в некоторых случаях - невосполнимого характера. Воздействие на окружающую среду на стадию эксплуатации связано с разработкой карьера и непосредственной переработкой руды (таблица №3).

Таким образом, возможные воздействие на этапе эксплуатации предприятия заключаются в наличии выбросов в атмосферу, шумового загрязнения, удаление и складирование почвенного слоя, воздействие на уровни грунтовых вод, вызываемое разработкой карьера, а также потенциальный эффект на растительные сообщества. Во время и после ликвидации предприятия воздействие на окружающую среду связано в основном с закладкой карьера, хвостами и отвалами [11]. Объекты инфраструктуры, необходимость в которых в после-ликвидационный период будет отсутствовать будут выводиться из эксплуатации. Основные вопросы, которые потребуют своего решения при ликвидации рудника заключаются в возможном ухудшении качественного состава воды в силу вероятного образования кислых и щелочных стоков, образованных следующими возможными источниками (хвостохранилище, отвал пустой породы, борта карьера) [12], а также загрязнение почвы и грунтовых вод нефтехимическими продуктами в результате возможных утечек в процессе эксплуатации [13].

Таблица №3

Потенциальное воздействие на окружающую среду и социально-экономическую сферу на стадии эксплуатации месторождения

Виды работ по проекту	Описание процесса	Потенциальное воздействие на окружающую среду и социально-экономическую сферу
Карьер	Удаление вскрышной/пустой породы посредством взрывных работ. Пустая порода извлекается и размещается в отвалах. Заправка, смазка и техническое обслуживание механизированной техники. Склады топлива и смазочных материалов на поверхности.	В рудничной воде будут содержатьсязвеси. Пыли и пары от взрывных работ и машин. Утрата мест обитания животного мира с расширением карьера.
Обогатительная фабрика	Руда хранится в штабелях рядом с обогатительной фабрикой. Технологическая вода направляется в пруд-отстойник для повторного использования. Хвосты размещаются в хвостохранилище.	Утрата мест обитания животного мира. Пыль от штабелей. Фильтрация в грунтовые воды. Пыль от работы дробилки. Вода будет использована повторно.
Инфраструктура	Водоснабжение для бытовых нужд. Жилые и санитарно-бытовые помещения, кухня, медицинский пункт. Офисы, склады, ремонтные мастерские, объекты технического обслуживания.	Изменение качества воды. Выбросы в атмосферу. Возможные утечки масла и проливы, которые могут повлиять на почву, грунтовые воды и местную растительность.
Хвостохранилище	Промышленные сточные воды направляются в бассейн хвостохранилища, где накапливаются взвешенные частицы.	Постепенное накопление твердого осадка. Испарения в воздух. Проливы содержимого хвостохранилища.



Кроме того, необходимо учесть негативное воздействие от пыления складированных хвостов, а также от других возможных источников на промплощадке, физическую устойчивость хвостохранилища, бортов карьера и породных отвалов, а также условия долгосрочной безопасности на промплощадке [14].

На стадии проектирования и эксплуатации геохимические анализы проводились на 36 образцах пустых пород и покровных отложений. Было установлено, что 75% данных проб не являются кислотообразующими, в то же время, остальные 25% проб оказались потенциально кислотообразующими. Лабораторными исследованиями выщелачиваемости так же было установлено, что эти пробы пустой и вскрышной породы являются источниками стоков с повышенными концентрациями Al, As, Cd, Se, Tl и Zn. Таким образом, ожидается, что контактная вода с отвала (поверхностные стоки и фильтрация) не будут удовлетворять требованиям, допускающих ее непосредственный сброс в окружающую среду. При ликвидации дренажные воды с отвала будут по-прежнему собираться в пруд-отстойник и перекачиваться в карьер. При необходимости, вода с отвального пруда-отстойника будет проходить очистку (например, путем простой обработкой известью) перед сбросом в карьер.

При окончательной ликвидации, в карьер будут поступать поверхностные стоки, образуемые на окружающей водосборной площади, атмосферные осадки, попадающие в карьер, а также поверхностные и фильтрационные стоки с отвала пустой породы. По предварительной оценке, объемы поверхностных и фильтрационных стоков с отвала пустых пород составят 380 000 м³/год, которые будут отведены непосредственно в карьер. Карьер будет затоплен естественным образом за счет атмосферных осадков, притоков грунтовых вод, а также стоков с отвала вскрышных пород. При достижении водой в карьере уровня сброса, воды будет сбрасываться в



окружающую среду. Согласно предварительному допущению в рамках данного плана ликвидации, качественный состав воды с отвала вскрышных пород позволит производить ее сброс в карьер после ее предварительной (при необходимости) очистке, кроме того, не загрязненные атмосферные осадки естественным образом снижают возможные концентрации нежелательных элементов с бортов карьера.

Здания, трубопроводы, ЛЭП и другие инфраструктурные объекты на территории промплощадки будут демонтированы, вывезены и размещены в утвержденном месте или, при условии экономической целесообразности, повторно использованы. Машины, механизмы, оборудование и прочие материалы, пригодные для повторного использования будут демонтированы и вывезены с промплощадки с целью продажи или повторного использования, при условии экономической целесообразности. Все внутриплощадочные дороги будут взрыхлены и озеленены. Все бетонные сооружения будут удалены под отметку планировки, бетонные фундаменты/плиты перекрытия будут разрушены и отсыпаны вскрышной породой, при необходимости. Вся выступающая арматура будет обрезана под отметку планировки и отсыпана вскрышной породой, при необходимости. Целью озеленительных работ на промплощадки является стабилизация нарушенных участков, предотвращение возможной эрозии, интенсификация естественной растительности, и по возможности, возврат земель к их исходному назначению. Мероприятия по озеленению включают в себя: рыхление/озеленение всех утрамбованных участков и дорог; перепланировка/озеленение нарушенных участков в соответствии с окружающим рельефом и, по возможности, восстановление естественного дренажа; укладка почвенного слоя, при необходимости; применение местных видов растений.



Таким образом, в ходе проведенного исследования основные экологические вопросы определялись исходя из данных имеющихся фоновых исследований и возможного воздействия на окружающую среду и затрагивают воздушные и биологические ресурсы, качественный и количественный состав грунтовых вод, а также сокращение и фрагментации ареала обитания животного мира в результате отвода земель под нужды проекта. Кроме того, подготовительные и эксплуатационные работы могут в результате привести к эрозии почв из-за удаления растительного слоя.

На фазе строительства основное оказываемое воздействие связанно с расчисткой и подготовкой площадки, и строительством вспомогательной инфраструктуры рудника. Сюда относится: пыль, вызываемая строительными работами, и выбросы от строительных машин и механизмов, шум, снятие почвенного слоя под строительство, удаление растительного слоя и вытеснение животного мира с нарушенных земель.

В период эксплуатации будут производиться выбросы, в том числе шумовые. Строительство карьера окажет негативное воздействие на состояние грунтовых вод, флору и фауну района.

Социально-экономические последствия в связи с реализацией проекта изучались и оценивались в предварительном порядке во время рамочного анализа для выработки понимания потенциального воздействия. Основные выявленные и изученные вопросы свелись к следующему: создание рабочих мест может привести к конфликтным ситуациям в случае, если политика недропользователя в этом вопросе будет воспринята как несправедливая; проведение строительных работ может быть сопряжено с несчастными случаями; покупка товаров и услуг из местных источников окажет положительный эффект, но при этом может восприняться негативно при отсутствии должной прозрачности соответствующих процедур; сокращение натурального хозяйства в результате отвода земель под нужды проекта;

ухудшение безопасности в силу возросшей интенсивности дорожного движения; возможны улучшения в сфере образования; может возникнуть социальная напряженность и конфликты, вызванные присутствием приезжих работников и потреблением местных товаров и услуг, также вероятно напряжение в отношениях между различными группами населения; уязвимые группы, которые могут оказаться вне поля зрения недропользователя включают в себя женщин, матерей-одиночек, многодетные семьи, лица и семьи с низким уровнем доходов, молодежь, пенсионеры и инвалиды; вопросы землевладения и землепользования могут перерасти в проблему, в случае если представители местного населения посчитают, что промышленная деятельность проектируемого предприятия вызовет ухудшение экологии, и сделает сенокосные и пастбищные земли непригодными для сельскохозяйственного использования.

Ликвидационный план составлялся в соответствии с наилучшими методами управления и имеющимися технологиями обращения с хвостами и вскрышными породами в горнодобывающей отрасли.

Кроме того, для проектируемого предприятия необходимо учесть, что при разработке карьера, функционировании промплощадки обогатительной фабрики и соответствующая инфраструктуры, а также наличия хвостового хозяйства возможно ухудшение качественного состава воды в силу вероятного образования кислых и щелочных стоков.

Таким образом, всесторонний контроль загрязнения почвы и грунтовых вод нефтехимическими продуктами в результате возможных утечек в процессе эксплуатации, постоянный мониторинг пыления складированных хвостов, а также от других возможных источников на промплощадке, анализ физической устойчивости хвостохранилища, бортов карьера и породных отвалов должны обеспечить долгосрочную безопасность ведения горных работ на промплощадке предприятия.



Литература

1. Ермакова В.А., Саламатина А.С. Объектно-ориентированный подход к оценке окружающей среды и влияния производственных объектов на экологию // Инженерный вестник Дона, 2023, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/issue/182.
2. Луговской А.М., Межова Л.А., Кувшинова О.В., Инпушкин В.А. Комплексные эколого-социально-экономические исследования проблем развития «зеленой» экономики России // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика, 2025. № 1. С. 50-61.
3. Манжилевская С.Е., Еманов Е.О., И Ц. Строительная площадка, как источник загрязнения воздушной среды городских территорий // Инженерный вестник Дона, 2024, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/issue/194.
4. Боброва В.В., Корабейников И.Н., Кирхмеер Л.В. Эффект декаплинга в эколого-социально-экономическом развитии добывающего региона // Экономический анализ: теория и практика, 2023. № 7. С. 1275-1292.
5. Гаврилов Л.А. Значение повышения эффективности эколого-социального учета для экономического развития регионов // Финансовые рынки и банки, 2025. № 2. С. 16-21.
6. Obed O., Kenneth J., Albert K.M. «Small in size, but dig in impact»: Socio-environmental reform for sustainable artisanal and small-scale mining // Journal of Sustainable Mining, 2019. Vol. 18, №1. Pp. 38—44.
7. Ханмагомедов С.Г., Улчибекова Н.А., Кудаева Б.Ш. Эколого-социальная характеристика природных водных ресурсов // Известия Дагестанского ГАУ, 2024. № 2. С. 127-132.
8. Sapna A.N., Muneer A.M., Anupriya D. A sustainable livelihood framework to implement CSR project in coal mining sector // Journal of Sustainable Mining, 2017. Vol. 18, №3. Pp. 83—93.

9. Шутько Л.Г. Процесс управления нарушенными землями в угледобыче как фактор снижения эколого-социальных ограничений развития региона // Уголь, 2023. № 6. С. 30-35.

10. Соколовская М. Угольная отрасль: технологии для экологии и промышленной безопасности // Безопасность труда в промышленности, 2023. № 8. С. 95-96.

11. Брянская И.Н. Нюансы расчета выбросов на предприятиях горнодобывающей промышленности // Экология производства, 2023. № 5. С. 46-51.

12. Коликов К.С., Драгунский О.Н. Решение задач аэробиологии и экологии карьеров в условиях взаимовлияния атмосферы выработанных пространств и окружающих их территорий // Безопасность труда в промышленности, 2023. № 1. С. 35-41.

13. Гаврилов В.Л., Немова Н.А., Резник А.В., Косарев Н.С., Колесников А.А. Необходимости комплексной геоэкологической оценки техногенно нарушенных горными работами земель // Известия Томского политехнического университета. Инженеринг георесурсов, 2023. № 10. С. 76-87.

14. Суслова Э.Ю. Эколого-социальная эффективность рекультивации нарушенных земель на примере Калужской области //Международный журнал гуманитарных и естественных наук, 2025. № 9-1. С. 147-151.

References

1. Ermakova V.A., Salamatina A.S. Inzhenernyj vestnik Dona, 2023, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/issue/182.



2. Lugovskoj A.M., Mezhova L.A., Kuvshinova O.V., Inpushkin V.A. Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovanij XXI veka: teoriya i praktika, 2025. № 1. pp. 50-61.
3. Manzhilevskaya S.E., Emanov E.O., I C. Inzhenernyj vestnik Dona, 2024, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/issue/194.
4. Bobrova V.V., Korabejnikov I.N., Kirkhmeer L.V. Ehkonomicheskij analiz: teoriya i praktika, 2023. № 7. pp. 1275-1292.
5. Gavrilov L.A. Finansovye rynki i banki, 2025. № 2. pp. 16-21.
6. Obed O., Kenneth J., Albert K.M. Journal of Sustainable Mining, 2019. Vol. 18, №1. Pp. 38—44.
7. Hanmagomedov S.G., Ulchibekova N.A., Kudaeva B.SH. Izvestiya Dagestanskogo GAU, 2024. № 2. pp. 127-132.
8. Sapna A.N., Muneer A.M., Anupriya D. Journal of Sustainable Mining, 2017. Vol. 18, №3. Pp. 83—93.
9. Shut'ko L.G. Ugol', 2023. № 6. pp. 30-35.
10. Sokolovskaya M. Bezopasnost' truda v promyshlennosti, 2023. № 8. pp. 95-96.
11. Bryanskaya I.N. Ehkologiya proizvodstva, 2023. № 5. pp. 46-51.
12. Kolikov K.S., Dragunskij O.N. Bezopasnost' truda v promyshlennosti, 2023. № 1. pp. 35-41.
13. Gavrilov V.L., Nemova N.A., Reznik A.V., Kosarev N.S., Kolesnikov A.A. Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov, 2023. № 10. pp. 76-87.
14. Suslova EH.YU. Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk, 2025. № 9-1. pp. 147-151.

15.Дата поступления: 4.11.2025

16.Дата публикации: 26.12.2025