

УДК 622:504

Лебедев В.В.

Региональная горнорудная компания (г. Москва)

СХЕМА РАНЖИРОВАНИЯ ФАКТОРОВ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ГОРНОРУДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЧЕЛОВЕКА

V. Lebedev

Limited Liability Company 'Regional Mining Company', Moscow

SCHEME FOR RANKING FACTORS OF ANTHROPOGENIC IMPACTS OF MINING ENTERPRISES ON THE ENVIRONMENT AND HUMANS

Аннотация. На примере месторождения «Клен» (Билибинский район Чукотского автономного округа) с помощью экспертно-аналитического метода разработана схема ранжирования факторов техногенного воздействия горнорудных предприятий на окружающую среду и человека. Предложены основные рекомендации по инженерной защите окружающей среды и природоохранным мероприятиям на различных стадиях жизненного цикла месторождения. Отмечается, что эти рекомендации необходимо уточнять с учетом природно-техногенных условий конкретного месторождения.

Ключевые слова: месторождение, окружающая среда, загрязнение, ранжирование, техногенное воздействие.

Abstract. By the example of the Klyon deposit (Bilibinsky district of Chukotka Autonomous Okrug), we have developed a scheme for ranking the factors of anthropogenic impact of mining enterprises on the environment and humans using the expert-analytical method. The basic recommendations are proposed for environmental engineering and environmental activities at different stages of the life cycle of the minefield. It is noted that these recommendations should be specified, taking into account natural and man-made conditions of a particular minefield.

Key words: minefield, environment, pollution, ranking, anthropogenic impact.

Обустройство и эксплуатация горнорудных предприятий неизбежно сопровождаются многофакторным техногенным воздействием на природную среду и человека. Это воздействие обуславливает загрязнение атмосферы, водной среды, почвы, грунтов, отчуждение земель и нарушение геологической среды, а также негативное воздействие на биоту, включая человека. Экологические последствия различных техногенных факторов при проведении строительных работ по обустройству горнорудных предприятий и их эксплуатации различаются характером и масштабами поражения компонентов природной среды. Наряду с масштабными поражениями, вызванными одними факторами, происходят незначительные поражения, обусловленные другими. Поэтому учет экологических последствий, вызванных различными факторами техногенного воздействия предприятия на окружающую среду, и разработка средств по защите окружающей среды предполагают выявление степени значимости этих факторов. Как показано в работе [1], степень экологического поражения природной среды определяется в первую очередь соответствующим экономическим ущербом. Согласно существующим оценкам, экономический ущерб, связанный с загрязнением атмосферного воздуха, в грубом приближении составляет около 60 %, водного бассейна – около 30 % от общего ущерба [4]. Ущерб от захоронения твердых отходов, нарушения и загрязнения земель, нарушения геологической среды можно оценить в 10 %. В количественном выражении экономический ущерб от поражения окружающей среды оценивается согласно рекомендациям, изложенным в работе [2].

Путем анализа факторов техногенного воздействия горнорудного предприятия, с учетом подхода, предложенного в монографии [1], можно ранжировать эти факторы экспертно-аналитическим методом для их последующего учета в разработке инженерной защиты природной среды. Схема ранжирования факторов воздействия горнорудного предприятия на природную среду определяет систему приоритетов по учету этих факторов при оптимизации проектных решений по обустройству предприятия. Кроме того, ранги факторов воздействий весьма полезны при использовании SWOT-анализа [7] в принятии вариантов проектных решений. В отличие от других типов промышленных объектов, например, тепловых электростанций [1], горнорудные предприятия характеризуются весьма разнообразными схемами производства, генеральными планами и природно-техногенными условиями. Поэтому для каждого горнорудного предприятия необходима разработка индивидуальной схемы ранжирования. Ниже обосновывается схема ранжирования факторов техногенного воздействия золотосеребряного месторождения «Клен» (Билибинский район Чукотского автономного округа).

1. Краткая характеристика природно-техногенных условий проектируемого месторождения

Месторождение находится в междуречье ручьев Клен и Алиса – левых притоков ручья Раковского, протекающего в бассейне р. Кричальской на левобережье р. Большой Анюй. Площадь месторождения составляет около 1,5 км². Балансовые запасы золота оцениваются в 18,7 т, серебра – в 43,8 т. Добыча этих металлов предусматривает переработку около 3 млн. т руды. Месторождение предполагается эксплуатировать в течение 10 лет. Оседлое население в районе работ отсутствует, территория месторождения не представляет ценности для сельскохозяйственной деятельности.

В орографическом отношении территория принадлежит к юго-восточным отрогам

Курьинского кряжа и представляет собой область расчлененного и холмисто-увалистого сглаженного низкогорья с отдельными куполовидными крутосклонными вершинами. Абсолютные отметки рельефа 400-600 м, относительные превышения составляют 150-250 м, редко – до 350 м. Водоразделы широкие (0,5-1,0 км). Склоны асимметричные: юго-западные – крутые (15-20°), северо-восточные – пологие (5-15°). Район месторождения расположен в зоне многолетнемерзлых пород мощностью свыше 200 м. Древесная растительность представлена даурской лиственницей, покрывающей склоны и водоразделы. Широко развит подлесок – карликовая березка, тальник, ольха. В долинах рек встречаются тополь и верба.

Геологические особенности и горнотехнические условия территории определили открытый способ отработки месторождения. Его сырье будет обрабатываться двумя карьерами. В настоящее время проводятся предпроектные и проектные работы по обустройству месторождения. Режим работы предприятия – круглогодичный вахтовый, предусматривающий 320 рабочих дней в году при работе в 2 смены в сутки и продолжительности рабочей смены в 11 часов. Генеральным планом предусматривается строительство зданий и сооружений производственного, административно-бытового и жилого назначения, в частности:

- карьеров;
- отвалов пустых пород;
- хвостохранилища;
- склада взрывчатых материалов (ВМ) с площадкой для испытания и уничтожения ВМ;
- склада горюче-смазочных материалов;
- площадки обогатительной фабрики в составе главного корпуса, корпуса дробления, склада дробленой руды, склада реагентов;
- ремонтно-складского хозяйства (ремонтно-профилактического пункта, ремонтно-механических мастерских, гаража-стоянки, площадки с козловым краном, отопляемого склада, холодного закрытого склада, угольного склада);

- котельной;
- вахтового поселка;
- полигона твердых бытовых отходов;
- очистных сооружений бытовых сточных вод;
- резервуара запасов воды;
- водозаборного ковша;
- емкости хозяйственно-питьевого водоснабжения;
- очистных сооружений дождевых вод;
- отстойника карьерных вод;
- отстойника подталых вод;
- водопроводных сооружений (водоочистой установки, резервуаров запасов воды, насосной станции).

В карьерах предусматривается отработка как нагорной, так и углубленной зон. Вскрытие запасов нагорных зон осуществляется наземными временными вскрывающими выработками (полутраншеями) с системами автомобильных внешних заездов, вскрытие углубленных зон – наклонными траншеями внутреннего заложения. На карьерах предполагается транспортная система отработки с размещением пород вскрыши во внешних отвалах. Рыхление горной массы в карьерах будет осуществляться с применением буровзрывных работ. Погрузка горной массы в транспортные средства предполагается одноковшовыми экскаваторами, транспортировка – автосамосвалами. Складирование пород вскрыши намечается во внешних отвалах, расположенных на площадях, максимально приближенных к карьерам. Способ отвалообразования – бульдозерный.

Руда, добытая на карьерах, автотранспортом доставляется на открытый склад руды и складировается на нем. Здесь руда сортируется и усредняется по данным геологического опробования при добычных работах. Со склада руда погрузчиком подается в приемный бункер корпуса дробления. В дробильном отделении руда проходит три стадии дробления с контрольным грохочением по классу 6 мм и конвейером подается в бункеры запаса руды главного корпуса.

Переработка руды осуществляется по цианистой схеме с сорбцией на уголь и заключа-

ется в следующем. Руда из бункеров конвейерами подается на измельчение. Измельчение осуществляется в две стадии:

- на первой стадии руда измельчается в шаровых мельницах, работающих в замкнутом цикле со спиральным классификатором и гидроциклонами;
- на второй стадии измельчение осуществляется в шаровых мельницах, оснащенных гидроциклонами.

Сливы гидроциклонов поступают на сгущение, после чего сгущенная пульпа направляется на операцию предварительного цианирования, а далее – на сорбционное выщелачивание золота и серебра на активированный уголь в сорбционные колонны. Слив сгустителя направляется в оборот. Цианистые растворы подаются в первый аппарат цианирования, а также в аппараты сорбции, пульпа – в те же аппараты и в шаровые мельницы для создания щелочной среды при проведении операции сгущения. Насыщенный уголь выводится из процесса сорбции, отмывается от пульпы на виброгрохоте и колонне и направляется на десорбцию. Полученные при десорбции товарные элюаты направляются на электролиз. Катодный осадок сушится и плавится на золотосеребряный сплав. Часть угля после переработки возвращается в технологический процесс, растворы объединяются с хвостами сорбции, которые после обезвреживания сбрасываются в хвостохранилище.

Все дренажи от проливов и смыва полов поступают в технологический процесс. Выделение благородных металлов из растворов осуществляется в электролизере, работающем под давлением. Электролизер работает в режиме самоосыпания катодного осадка, который промывается на пресс-фильтре и транспортируется в плавильное отделение.

Для складирования обезвреженных хвостов цианирования золотоизвлекательной фабрики и осветления оборотной воды предусматривается строительство наливного хвостохранилища косогорного типа, емкость которого образуется путем возведения с трех сторон ограждающей дамбы и обеспечивает

складирование хвостов на весь период эксплуатации. Ограждающая дамба возводится из вскрышных пород карьера. В целях снижения фильтрации воды из хвостохранилища предусматривается устройство противофильтрационного экрана из местного суглинистого грунта. Подача хвостов фабрики в хвостохранилище производится по пульповодам. Топографические условия площадки позволяют применить напорно-самотечную схему гидротранспорта за счет перепада высот. Для обеспечения гидравлической подачи хвостов в напорно-самотечном режиме принимается добавка оборотной воды в систему. Пульповоды укладываются наземно на опорах в теплоизоляции с греющим кабелем. До хвостохранилища пульповоды идут в 2 нитки (рабочей и резервной).

Для обеспечения предприятия водой принята единая система хозяйственно-питьевого и противопожарного водоснабжения. Источником хозяйственно-питьевого водоснабжения является емкость, наполняемая водозаборным ковшом из ручья Алиса. Вода из емкости погружными насосами подается на водопроводные сооружения, расположенные в районе вахтового поселка, включающие в себя водоочистную установку и напорные резервуары запасов воды. Из них вода поступает потребителям вахтового поселка и промплощадки. Для подпитки системы технологического водоснабжения используются очищенные бытовые и дождевые сточные воды, а также используется вода из ручья Алиса.

Отвод сточных вод от всех канализованных элементов предусматривается на очистные сооружения бытовых сточных вод. Очищенные сточные воды перекачиваются в хвостохранилище. Дождевые воды с территории промплощадки собираются в аккумуляющую емкость, где производится частичная очистка воды. Очищенные дождевые воды совместно с очищенными бытовыми сточными водами перекачиваются в хвостохранилище. Карьерные и подотвальные воды собираются в отстойники, откуда поступают в очистные сооружения дождевых вод. Очи-

щенные воды сбрасывают на рельеф, а при необходимости они используются на подпитку технологического водооборота.

2. Схема ранжирования факторов техногенного воздействия месторождения «Клен»

Разработанная в настоящей работе схема ранжирования факторов техногенного воздействия месторождения «Клен», представленная в табл. 1, получена экспертно-аналитическим методом с учетом основных факторов комплексного воздействия горнорудного предприятия [3; 5]. На первом этапе факторы техногенного воздействия были упорядочены в исходной таблице, аналогичной табл. 1, по степени их негативного воздействия с учетом наносимого ущерба [2]. Затем таблица рангов уточнялась на основании обобщения экспертных оценок специалистов в области инженерных изысканий, проектирования объектов горнорудной промышленности и специалистов природоохранных организаций. Состав 18 экспертов включал 6 изыскателей (ООО «ПНИИС-изыскания», ООО НПО «Гидротехпроект», ООО «ТЭП-изыскания»), 8 проектировщиков (ООО «Региональная горнорудная компания», ЗАО «Томс Инжиниринг», ООО НПО «Гидротехпроект»), 4 эколога-практика (ООО НПО «Гидротехпроект», Институт «Теплоэлектропроект»). Практический опыт работы экспертов составлял от 6 до 28 лет. Число привлеченных экспертов, их профессиональный профиль и опыт работы позволяют считать состав экспертов репрезентативным.

Полученные обобщенные результаты экспертных оценок рангов воздействий приведены в табл. 1. В ней учтены факторы воздействий на различных стадиях жизненного цикла месторождения: проведении геологоразведочных работ, строительстве объектов месторождения, их эксплуатации и выводе из эксплуатации.

В табл. 1 выделены 2 системы рангов. В одной из них представлены основные и промежуточные ранги. Основные ранги распо-

Таблица 1

**Ранги факторов техногенного воздействия месторождения «Клен»
на окружающую среду и человека**

Факторы техногенных воздействий	Ранги	
	основные и промежуточные	абсолютные
Загрязнение и нарушение геологической среды	1	–
Комплексное воздействие на криолитозону	1-1	1
Строительство хвостохранилища	1-2	2
Буровзрывные работы	1-3	3
Организация карьеров и отвалов вскрышных пород	1-4	4
Прокладка подъездных путей, обустройство временной производственной и жилой инфраструктуры	1-5	7
Воздействие автотранспорта, гусеничной и строительной техники на почвенный покров	1-6	8
Строительство водохранилища	1-7	11
Химическое загрязнение почв и грунтов	1-8	14
Складирование и захоронение отходов	1-9	24
Строительство пруда-отстойника карьерных вод	1-10	25
Захламление территории	1-11	26
Загрязнение поверхностных вод и забор воды	2	–
Строительство водохранилища и нарушение естественного стока ручья Алиса	2-1	9
Забор воды из ручья Алиса	2-2	12
Стоки дождевых и талых вод с территории месторождения	2-3	18
Нефтедержающие стоки	2-4	19
Протечки производственных и бытовых вод	2-5	20
Сброс очищенных в пруде-отстойнике карьерных вод на рельеф	2-6	21
Загрязнение атмосферы	3	–
Выбросы загрязняющих веществ из вентиляционной системы обогатительной фабрики	3-1	15
Выбросы загрязняющих веществ при работе автотранспорта, гусеничной и строительной техники	3-2	16
Пыление территории при производстве взрывных работ	3-3	17
Воздействие на растительный и животный мир	4	–
Вырубка лесов	4-1	5
Отчуждение земель	4-2	6
Воздействие автотранспорта, гусеничной и строительной техники на растительный покров	4-3	10
Изменение естественного растительного покрова	4-4	13
Отселение птиц и млекопитающих с территории месторождения	4-5	22
Сокращение ихтиофауны в водотоках	4-6	23
Физическое воздействие	5	–
Шум, вызванный взрывными работами	5-1	27
Шум от работы автотранспорта, гусеничной и строительной техники	5-2	28
Тепловое загрязнение от системы теплоснабжения	5-3	29
Вибрация	5-4	30
Сброс нагретых отработанных вод в хвостохранилище	5-5	31

лагаются в порядке уменьшения значимости типов воздействия на компоненты природной среды и человека:

- загрязнения и нарушения геологической среды;
- загрязнения поверхностных вод и забора воды;
- загрязнения атмосферы;
- воздействия на растительный и животный мир;
- физического воздействия.

Промежуточные ранги отмечены для детализированных факторов в пределах перечисленных.

Однако такая система ранжирования обладает очевидным недостатком, который заключается в том, что промежуточные ранги, относящиеся к разным основным рангам, несопоставимы между собой. Поэтому в таблице представлены и абсолютные ранги, отражающие значимость факторов различного генетического характера. Очевидно, что такая схема ранжирования более предпочтительна,

чем схема, основанная на основных и промежуточных рангах. Полученная схема ранжирования позволяет оптимально установить приоритеты при исследовании комплексного техногенного воздействия горнорудного предприятия на окружающую среду и человека на различных этапах жизненного цикла предприятия (см. рис. 1).

Указанные выше приоритеты необходимо применять:

- на предпроектных стадиях строительства (обоснования инвестиций, разработки материалов ОВОС);
- при учете природно-техногенных условий территории месторождения при выполнении инженерно-экологических изысканий и разработке проектной документации [6];
- при оптимизации организации природоохранных мероприятий, касающихся обустройства месторождения, его эксплуатации и вывода из эксплуатации.

В частности, схема ранжирования предполагает наиболее глубокое исследование

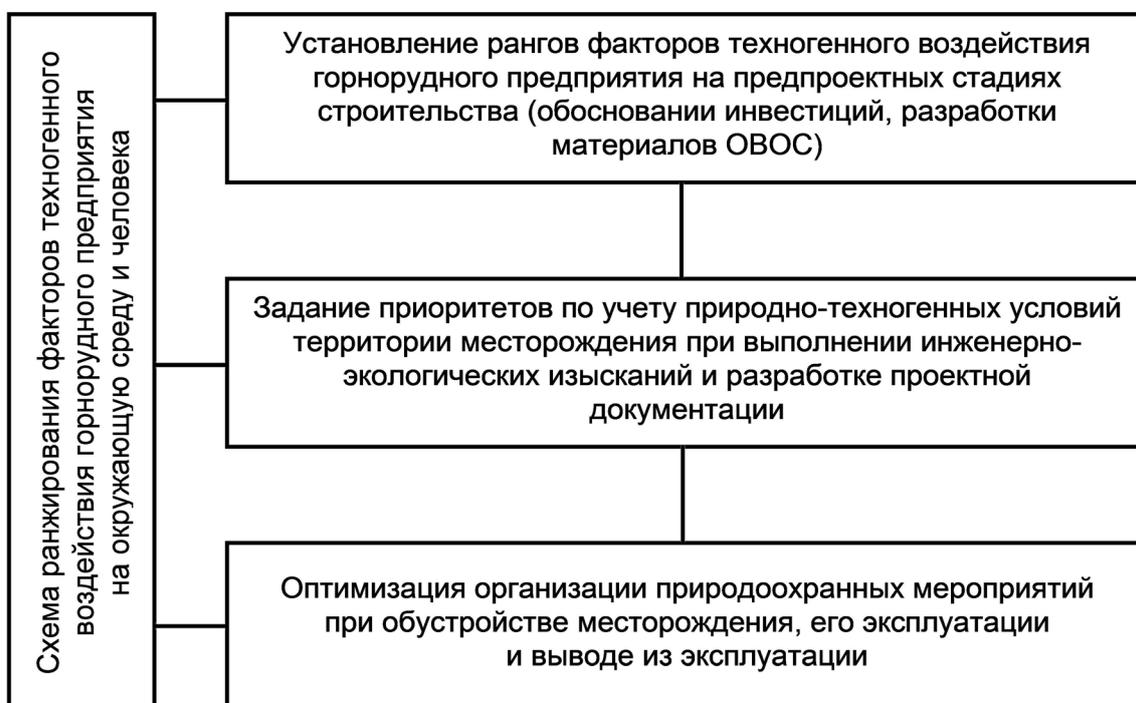


Рис. 1. Использование схемы ранжирования факторов техногенного воздействия горнорудного предприятия на окружающую среду и человека на различных этапах жизненного цикла предприятия

воздействия на геологическую среду и поверхностные воды. Это обстоятельство необходимо принимать во внимание при подготовке технических заданий на разработку материалов ОВОС, производство инженерных изысканий и разработку перечня материалов по охране окружающей среды (ПМО-ОС) в составе проектной документации. Основные рекомендации и предложения

по разработке средств инженерной защиты окружающей среды и природоохранных мероприятий на основных стадиях жизненного цикла месторождения в обобщенном виде представлены в табл. 2.

Рекомендации и предложения, перечисленные в табл. 2, уточняются с учетом природно-техногенных условий конкретного месторождения.

Таблица 2

Основные рекомендации и предложения по инженерной защите окружающей среды и природоохранным мероприятиям в составе ПМООС на различных стадиях жизненного цикла месторождения

Стадии жизненного цикла	Рекомендации и предложения	
Обустройство	1.	Выполнение строительных работ строго в контурах площадок объектов месторождения
	2.	Производство строительных работ с сохранением грунтов в мерзлом состоянии для предотвращения развития опасных геологических процессов
	3.	Выполнение планировочных работ после завершения строительных работ, уборка строительного мусора и благоустройство территории
	3.	Устройство противоэрозионных сооружений
		Удаление загрязненных пород
	4.	Организация площадок временного и постоянного размещения отходов производства и потребления
	5.	Разработка и соблюдение регламента обращения с нефтепродуктами и другими загрязнителями
	6.	Мониторинг состояния компонентов природно-техногенной среды
Эксплуатация	1.	Разработка и соблюдение технологических регламентов эксплуатации месторождения
	2.	Реализация мероприятий по защите атмосферного воздуха (пылеподавления, орошения горных масс и автодорог, очистки и обезвреживания отходящих газов)
	3.	Максимально возможное сокращение потребления воды из ручья Алиса на производственные и бытовые нужды
	4.	Использование оборотной системы водоснабжения, очистка сточных вод и их использование для подпитки хвостохранилища и орошения горных масс и автодорог
	5.	Размещение производственных площадок и жилой застройки за пределами водоохранной зоны, предотвращение аварийных сбросов сточных вод
	6.	Организация мероприятий по надлежащему обращению с твердыми отходами и их складированию
	7.	Охрана земельных и биологических ресурсов территории месторождения
	8.	Мониторинг состояния компонентов природно-техногенной среды
Вывод из эксплуатации	1.	Разработка природоохранных мероприятий и средств инженерной защиты окружающей среды при выводе объектов месторождения из эксплуатации
	2.	Рекультивация нарушенных земель
	3.	Мониторинг состояния компонентов природно-техногенной среды

Заключение

1. На примере месторождения «Клен» с помощью экспертно-аналитического метода разработана схема ранжирования факторов техногенного воздействия горнорудных предприятий на окружающую среду и человека.

2. Предложены основные рекомендации по инженерной защите окружающей среды и природоохранным мероприятиям на различных стадиях жизненного цикла месторождения. Отмечается, что эти предложения должны уточняться с учетом природно-техногенных условий конкретного месторождения.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Брюхань А.Ф., Брюхань Ф.Ф., Потапов А.Д. Инженерно-экологические изыскания для строительства тепловых электростанций. – М.: Издательство АСВ, 2010. – 192 с.
2. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. – М.: Экономика, 1986. – 92 с.
3. Оценка воздействия геологоразведочных работ на окружающую среду (на примере Камчатки). Методическое руководство: серия методических руководств по геоэкологическим исследованиям / под ред. А.Ф. Морозова. – М.: ГЕОС, 2010. – 152 с.
4. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России. Учебное и справочное пособие. – М.: Финансы и статистика, 1999. – 671 с.
5. Руководство по оценке отчетов ОВОС горнорудных проектов. – М.: Российское Представительство Всемирного фонда дикой природы, 2011. – 181 с.
6. СНиП 11-01-95. Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений. – М.: Минстрой России, 1995. – 17 с.
7. Dibb S., Simkin L. The Market Segmentation Workbook: Target Marketing for Marketing Managers. – London: Cengage Learning EMEA, 1996. – 219 pp.