

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР  
ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И СЕРТИФИКАЦИИ  
МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ «ВИМС»



Научный совет по методам  
технологических исследований

Методические рекомендации № 133

**ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ  
КРУПНОПОРЦИОННОЙ СОРТИРОВКИ ГОРНОРУДНОЙ МАССЫ  
НА РУДОКОНТРОЛИРУЮЩИХ СТАНЦИЯХ (РКС) ПО ДАННЫМ  
ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ОПРОБОВАНИЯ**

Москва, 2019 г.

РАЗРАБОТАНЫ: Федеральным государственным бюджетным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского» (ФГБУ «ВИМС»)

СОСТАВИТЕЛИ: Рябкин В.К., Гулин Е.Н.

РАССМОТРЕНЫ И ПРЕДСТАВЛЕНЫ К УТВЕРЖДЕНИЮ: Научным советом по методам технологических исследований (НСОМТИ), протокол № 5 от 15 ноября 2019 г.

Председатель  
НСОМТИ

Курков А.В.

Ученый секретарь  
НСОМТИ

Соколова В.Н.

УТВЕРЖДЕНЫ: Федеральным научно-методическим центром лабораторных исследований и сертификации минерального сырья «ВИМС» (ФНМЦ)

Руководитель  
ФНМЦ «ВИМС»:



Рогожин А.А.

Методические рекомендации по прогнозной оценке возможности применения технологии крупнопорционной сортировки добываемой горнорудной массы в транспортных емкостях на рудоконтролирующих станциях (РКС) по данным геологического опробования составлены в рамках актуализации соответствующего раздела методических рекомендаций НСОМТИ № 78 «Прогнозная оценка радиометрической обогатимости руд разведываемых месторождений на основе геологоразведочных данных», 1995 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение и область применения.....	4
2. Методические возможности и аппаратное обеспечение.....	5
3. Геологические и горно-технологические условия.....	5
4. Выбор и подготовка исходного геологического материала.....	7
5. Расчет прогнозных показателей сортировки.....	8
6. Оценка возможности реализации сортировки на РКС.....	9
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	10
ЛИТЕРАТУРА.....	11
ПРИЛОЖЕНИЕ А Принципиальные возможности применения радиометрических методов для крупнопорционной сортировки .....	12
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Таблицы.....	14
ПРИЛОЖЕНИЕ В Руководство к программе расчета фракционного состава и технологических показателей «Kontrast».....	16

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Методические рекомендации предназначены в помощь геологам и геофизикам, разрабатывающим концепцию применения крупнопорционного предварительного радиометрического обогащения добываемой горнорудной массы в соответствии с «Требованиями к изучению радиометрической обогатимости минерального сырья при разведке месторождений металлических и неметаллических полезных ископаемых» ГКЗ РФ [1]. В методических рекомендациях ГКЗ РФ по применению «Классификации запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» МПР в разделе изучения технологических свойств руд на стадиях оценочных и разведочных работ предлагается проводить оценку **«возможности радиометрической крупнопорционной сортировки добываемой горнорудной массы в транспортных емкостях»**, при этом предварительные прогнозные технологические показатели получать расчетным путем обработки данных геологического опробования или каротажа в контурах эксплуатационных запасов с учетом планового разубоживания (засорения) с последующей поправкой на фактическое разубоживание.

Контроль качества и сортировка руд гаммарadiометрическим методом на РКС широко применяется при обработке всех типов урановых руд. Магнитный метод соответственно на магнетитовых рудах месторождений Костомукша, Корпанга, Качарское и др. Положительный опыт применения рентгенорадиометрической сортировки на РКС получен на оловянных рудах месторождения Хеммерляйн (Германия) и золоторудных месторождениях Мурунтау и Кокпотас (Узбекистан). Изучены перспективы применения этой технологии на корях выветривания редкометалльных руд месторождений Томтор и Чуктукон. Настоящие рекомендации опираются на практические результаты сопоставления технологических показателей сортировки урановых и железных руд, рассчитанных по данным опробования скважин и горных выработок, с показателями разделения горнорудной массы в транспортных емкостях на РКС в процессе добычи.

Областью применения разработанной методики является технология предварительного обогащения руд твердых полезных ископаемых, отрабатываемых с использованием взрывного способа отбойки, на которых могут быть использованы ядерно-физические и магнитные методы контроля качества руд в транспортных емкостях с промышленной аппаратурой РКС.

Конечной целью является методически обоснованное применение радиометрической сортировки руд для их предварительного обогащения по основным и попутным полезным компонентам, а также удаления вредных примесей.

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ И АППАРАТУРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Для экспрессного определения содержания полезного компонента в транспортных емкостях могут использоваться радиометрические методы (включая магнитометрический метод), принципиальные возможности и основные характеристики которых приводятся в таблице Приложения А с оговоркой, что в настоящее время применение нейтронных методов экспресс-анализа не разрешено.

Сортировка ведется по содержанию основного компонента. Однако не следует исключать возможности использования содержаний попутных компонентов при их устойчивой корреляционной связи с основным компонентом в случаях тесной парагенетической ассоциации. Коэффициент корреляции должен быть не ниже 0,7.

Технические возможности сортировки ограничены номенклатурой разработанной в настоящее время аппаратуры рудоконтролирующих станций, табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики отечественных и зарубежных установок РКС

Тип РКС (разработчик)	Класс крупности, мм	Условия измерения	Детектор	Источники возбуждения	Производительность т/ч
<b>Гаммарadiометрические</b>					
РКС (НПК АиМ Восточный ГОК Желтые Воды, Украина)	–350	Автосамосвалы, вагонетки, вагоны	NaJ	ЕР	до 1000
<b>Рентгенорадиометрические</b>					
РКС-А (ООО Радос Красноярск, ОАО «Интегра», Москва)	–350	Автосамосвалы, вагонетки	SDD	РТ	до 1000
<b>Магнитометрические</b>					
СКРТ (ООО «Уралрудоавтоматика», Екатеринбург)	–400	Автосамосвалы, вагонетки	К.инд.	К.инд.	до 2000

Примечание: РТ — рентгеновская трубка; К.инд. — катушка индуктивности, SDD — кремниевый-дрейфовый детектор, ЕР — естественная радиоактивность

Пределы обнаружения полезных компонентов экспресс-анализом зависят от геометрических условий измерения, чувствительности используемого метода, природных особенностей руды и определяются в процессе методических исследований на рудных моделях.

## 3. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГОРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Крупнопорционной сортировке подвергается горнорудная масса, отбитая внутри технологического контура отработки. Контур определяется в

результате так называемой геометризации рудных тел с учетом внутри- и внеконтурного примешивания слабоминерализованной массы и вмещающих пород. При этом валовая отбойка взрывным способом сопровождается, как правило, высокой степенью перемешивания горнорудной массы. Дополнительное перемешивание происходит при выпуске магазинированной руды, а также при вертикальной транспортировке в общих рудоспусках. Процессы перемешивания существенно снижают эффективность разделения порций горнорудной массы на РКС.

В процессе отработки естественная изменчивость содержания в руде основных полезных компонентов в массиве как по падению, так и по простиранию позволяет управлять качеством добываемых руд путем организации селективной выемки по данным оперативного ядерно-физического опробования скважин и уступов карьера, а также последующей отдельной доставки порций разного качества на РКС, где выполняется их сортировка. Эти мероприятия несколько снижают производительность и удорожают технологию добычи. Соответственно их применение должно быть экономически обосновано.

Для прогнозной оценки предельных показателей разделения используются данные опробования с учетом элементарного объема порции табл. 2 [2], которому придается среднее содержание по интервалу, равному линейному эквиваленту.

Таблица 2

Элементарные объемы руды и их эквиваленты

№ п/п	Элементарный объем руды, м <sup>3</sup>	Практический эквивалент в горном деле и обогащении	Линейный эквивалент $l$ , при геологическом опробовании
1	$10^{-5}$	Средний штуф 50/20 мм, 10 см <sup>3</sup>	Линейная проба (керн) 0,05 м
2	$10^{-4}$	Средний штуф 50/100 мм, 100 см <sup>3</sup>	Линейная проба (керн) 0,10 м
3	$10^{-3}$	Порция 20 кг	Линейная проба (керн) 1 м
4	1,0	Вагонетка, ковш	Линейная проба (керн) 3 м
5	10	Отбойка (в штреке, камере)	Рудное пересечение 5–6 м
6	$10^2$	Отбойка (в лаве, ленте, слое)	Рудное пересечение 12–15 м
7	$10^3$	Эксплуатационный блок	Рудное пересечение 30 м

Первые четыре позиции отвечают селективному способу отбора порции из массива. Последние три позиции — валовому способу отбойки со случайным распределением полезных компонентов в пределах порции вследствие перемешивания горнорудной массы при взрыве и откатке от забоя. Массы порций, отбиваемых за один акт взрывной отбойки (отпалку), зависят от системы отработки и принимаются единичными с условным элементарным объемом, которому приписывается содержание. Учет весовой доли (крайгинг), применяемый при подсчете запасов, неоправданно усложняет расчеты.

#### 4. ВЫБОР И ПОДГОТОВКА ИСХОДНОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Представительность результатов прогнозной оценки обеспечивается параметрами сети разведочных скважин и горных выработок. В соответствии с предполагаемыми временными кондициями для принятого бортового содержания, минимального промышленного содержания и коэффициента рудоносности по стволу скважин или осям выработок определяются границы рудных пересечений. Выполняется предварительное оконтуривание рудных тел с вынесением контуров на планы. Данные первичного геологического опробования (каротажа) служат основой для геометризации недр, определения количества горизонтов и контуров отработки по каждому горизонту. В конечном итоге намечается технологический контур эксплуатационных запасов.

Результаты первичного опробования горных выработок и скважин усредняются по интервалам линейного эквивалента элементарного объема и сводятся в единый массив данных в пределах контура эксплуатационных запасов для промышленного (технологического) типа руды. При валовом способе отбойки выбор линейного эквивалента определяется в первую очередь условиями перемешивания при отбойке, характерными для предполагаемых систем отработки, а при селективном — условиями селекции.

**Открытая разработка.** Высота уступа карьера задается исходя из геологических параметров рудного тела (залежи), физико-механических свойств пород и технологических возможностей разделения при сортировке горнорудной массы. При валовом способе отбойки линейный эквивалент элементарного объема соответствует высоте уступа (табл. 1 и 2 Приложения Б). В процессе подготовки массива обрабатываемых данных в Excel-файл заносятся данные первичного опробования скважин (№№ скважин, абсолютные отметки устья и углы наклона скважин по инклинометрии, отметки уровней интервалов опробования по стволу скважин, результаты опробования по основным и попутным компонентам), определяется абсолютная отметка уровня исходного верхнего горизонта отработки и предполагаемая высота уступа. Алгоритм обработки включает следующие операции:

- выполняется пересчет отметок интервалов опробования в абсолютные отметки;
- обозначаются границы горизонтов, при этом интервалы опробования, попадающие в смежные уступы горизонтов, делятся с сохранением среднего содержания;
- вычисляются средневзвешенные содержания компонентов по интервалу уступа;
- выделенные средневзвешенные содержания по уступам с привязкой к горизонту выводятся в самостоятельный файл для последующей обработки.

**Подземная разработка с опробованием горных выработок.** При валовом способе отбойки следует учитывать объем одновременно отбиваемой горной массы, а также способы ее горизонтальной и вертикальной транспортировки до загрузки в транспортные емкости.

Для камерной отработки с откаткой порциями непосредственно в шахтные вагонетки в расчет принимается линейный эквивалент элементарного объема сортировки каждой отбойки горнорудной массы, составляющий  $l_3=5-6$  м (табл. 2).

При лавовой и слоевой отработке учитываются порции, одновременно отбитые и скреперованные в один рудоспуск как единая перемешанная порция с ее линейным эквивалентом  $l_3=12-15$  м.

При отработке крутопадающих рудных тел с магазинированием (табл. 3 Приложения Б) в элементарный объем входит руда с учетом перемешивания как при взрывной отбойке, так и внутри конуса выпуска из магазина в вагонетки на горизонт откатки ( $l_3=12-15$  м).

## **5. РАСЧЕТ ПРОГНОЗНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОРТИРОВКИ**

Полученные массивы данных должны отвечать выделенным промышленным (технологическим) типам руд. Обработка ведется отдельно по типам. Используется метод фракционирования по содержанию одного из основных полезных компонентов или по условному содержанию. Расчеты могут быть выполнены с использованием функций Excel. Порядок обработки материала следующий:

- файл данных средневзвешенных содержаний линейных эквивалентов ранжируется с ростом содержания;

- выделяются фракции с содержаниями выше каждого предельного значения для фракций, которые отделяются друг от друга двумя свободными строчками (удобно выделить их цветом);

- в каждой свободной верхней строчке приводятся расчеты выхода, среднего содержания и извлечения во фракцию;

- в каждой нижней свободной строчке приводятся расчеты относительного выхода, среднего содержания и относительного извлечения от всей выборки;

- полученные таким образом строчки сдвигаются вправо на свободную часть листа; из них путем ранжирования по возрастанию содержания с добавлением номера фракции и верхних пределов фракционирования формируется таблица фракционного состава, как это показано в таблице Приложения Б;

- показатели разделения интегрального распределения в правом аналогичном формате таблицы получаются по мере роста граничного содержания с использованием формул Excel, по которым вычисляются накопленные значения показателей (верхняя строка — первая фракция, ниже первая плюс вторая и т.д.) выхода, среднего содержания и извлечения полезного компонента;



– обратное интегральное распределение, соответствующее обогащенному продукту, получается вычитанием рассчитанных выше интегральных показателей из суммарных по выборке.

Расчет показателей разделения для каждого из компонентов многокомпонентных комплексных руд удобно выполнять с использованием программы «Kontrast», прилагаемой в интернет-версии методических рекомендаций, Приложение В.

Данные интегральных распределений представляют собой варианты технологических показателей по выходу отвальных и обогащенных продуктов сортировки, среднему содержанию и извлечению в них основных и попутных компонентов, на основании которых производится выбор экономически целесообразных прогнозных показателей сортировки.

При наличии достаточного по представительности массива исходных данных геологического опробования для промышленного (технологического) типа интегральные распределения содержаний в элементарных объемах могут быть представлены в виде графической модели на «вероятностной бумаге», как это показано в методических рекомендациях [4]. В этом случае аппроксимация распределений логнормальными и нормальными функциями позволит формализовать задачу выделения типов руд и примешанных отвальных пород, что дает возможность избежать субъективизма при получении выводов.

## **6. ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ СОРТИРОВКИ НА РКС**

Возможность применения технологии крупнопорционной сортировки оценивается с технико-экономических позиций развития горнодобывающего предприятия.

На стадии оценочных работ к полученным прогнозным технологическим показателям должны быть применены экономические показатели предприятий, использующих подобную технологию, в первую очередь на урановых, золотосодержащих и других рудах. Потребуется проведение методических работ по выбору метода и признака разделения на рудных моделях для определения принципиальной возможности сортировки с промышленной аппаратурой РКС.

На стадии разведочных работ потребуется экспериментальная оценка реальных технологических показателей, которая должна проводиться в соответствии с Методическими рекомендациями № 131 НСОМТИ [5]. Для этого ведутся опытные горные работы в режиме проектируемой технологии отработки с экспресс-анализом горнорудной массы в транспортных емкостях на РКС. Сортировка проводится с разделением на отвальный продукт, включающий породу и некондиционную руду, и кондиционную руду. Кондиционная руда, в свою очередь, подразделяется: на рядовую, подлежащую предварительному радиометрическому обогащению, и товарную, направляемую на более высокие ступени передела. Достоверность экспресс-анализа руды в транспортных емкостях и качество продуктов сортировки заверяются контрольным валовым опробованием порций каждой из емкостей.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В случае принятия решения о применении технологии крупнопорционной сортировки горнорудной массы на РКС в транспортных емкостях потребуется корректировать выделенные ранее промышленные (технологические) типы руд, требующие селективной добычи, или подтвердить возможность валовой выемки рудной массы, уточнить параметры системы отработки, а также определить возможность получения сортов богатой руды.

Основной особенностью крупнопорционной сортировки является ее позиция заключительного технологического этапа добычи, на котором из горнорудной массы выделяется руда в качестве сырья для дальнейшей переработки. При этом экспресс-анализ на РКС должен служить ключевым контрольным звеном управления качеством руды в процессе добычи.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Требования к изучению радиометрической обогатимости минерального сырья при разведке месторождений металлических и неметаллических полезных ископаемых. М.: ГКЗ РФ, 1993. 26 с.
2. Пухальский Л.Ч. Рудничная геофизика. М.: Энергоиздат, 1983. 120 с.
3. Оценка обогатимости руд черных и легирующих металлов методами крупнокусковой сепарации. Методические рекомендации НСОМТИ № 103. М.: ВИМС, 2014. 34 с.
4. Отбор технологических проб при геологоразведочных работах на рудные полезные ископаемые. Методические рекомендации НСОМТИ № 102. М.: ВИМС, 2014. 29 с.
5. Оценка радиометрической обогатимости руд методами крупнопорционной сортировки и покусковой сепарации при разведке месторождений твердых полезных ископаемых. Методические рекомендации НСОМТИ № 131. М.: ВИМС, 2018. 28 с.
6. Ревнивцев В.И., Азбель Е.И., Баранов Е.Г. и др. Подготовка минерального сырья к обогащению и переработке. М.: «Недра», 1987. 308 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица

Принципиальные возможности применения радиометрических методов  
для крупнопорционной сортировки [6]

Элемент	Минимальное промышленное содержание, %	Метод	Детектор	Глубинность, см	Нижняя граница сортировки*, %	Примечания
1	2	3	4	5	6	7
Li	0,2–0,3	ННМ НРМ	Гелиевый счетчик Li–стекло	20–50 10–20	0,1–0,2 0,1–0,2	Невозможна при сод. В>0,5%
Be	0,1–0,5	ФНМ	Гелиевый счетчик	5–10	0,01	
B	2–4	НРМ	Гелиевый счетчик, Li–стекло	10–20	0,1	
F	10–20	СНАМ	NaJ	5–10	0,5	
Al	15	СНАМ	NaJ	3–7	0,5	Мешает Si
Si		СНАМ	NaJ	3–7	1–3	Требуется учет Al
P	5–10	СНАМ	NaJ	3–7	1–3	
S	3–5	СНГМ	NaJ	10–20	2–5	
K	3–8	ГРМ	NaJ	20–30	0,5	Требуется учет Na
Ca		СНГМ	NaJ	10–20	2–5	
Ti	2–5	СНГМ РРМ	NaJ Пропорц. счетчик	10–20 0,05	1–3 0,5–1	Требуется определение магнетита
Cr	20–30	СНГМ	NaJ Пропорц. счетчик	10–20 0,05	3–5 0,5–1	Требуется определение Fe
Mn	20–30	СНГМ РРМ	NaJ Пропорц. счетчик	10–20 0,05	3–5 0,5–1	Требуется определение Fe
Fe	20–30	СНГМ МММ РРМ	NaJ Индукц. катушки Пропорц. счетчик	10–20 20–30 0,05	0,5–1 0,5–1 0,5–1	
Co	0,1–0,2	СНГМ НРМ РРМ РРМ	NaJ, ППД Гелиевый счетчик Пропорц. счетчик Si – ППД	20–30 10–20 0,1 0,1	0,2 0,05 0,2 0,05	
Ni	0,2–0,3	ГГМ СНГМ РРМ РРМ	NaJ NaI, ППД Пропорц. счетчик Si – ППД	2–5 20–30 0,1 0,1	1 0,2–0,05 0,2 0,05	
Cu	0,3–0,5	СНГМ РРМ РРМ	NaJ, ППД, Пропорц. счетчик Si – ППД	20–30 0,1 0,1	0,2–0,05 0,2 0,05	
Zn, Pb	0,2	ГГМ НРМ РРМ РРМ	NaJ Гелиевый счетчик Пропорц. счетчик Si – ППД	2–5 10–20 0,1 0,1	0,3 0,3 0,3 Zn 0,2 Pb	Мешает Ba

1	2	3	4	5	6	7
As	0,1	НРМ РРМ	Li-стекло Пропорц. счетчик	10–20 0,n	0,1 0,1	
Rb	0,1	РРМ	Пропорц. счетчик	0,n	0,05	
Sr	n	ГГМ НРМ РРМ	NaJ Li-стекло Пропорц. счетчик	2–5 10–20 0,n	1–5 0,5–1 0,05	
TR <sub>γ</sub>	0,1	РРМ ННМ НРМ	Пропорц. счетчик Гелиевый счетчик Гелиевый счетчик	0,n 20–50 10–20	0,1 0,05 0,05	
TR	0,n	РРМ ННМ НРМ	Пропорц. счетчик Гелиевый счетчик Гелиевый счетчик	0,n 20–50 10–20	0,1 0,05 0,02	
Zr	1–5	РРМ ГГМ НРМ	Пропорц. счетчик NaJ Гелиевый счетчик	0,n 2–5 10–20	0,1 n,0 0,5	
Nb	0,1	РРМ	Пропорц. счетчик	0,n	0,1	
Mo	0,1	РРМ	Пропорц. счетчик	0,n	0,05	
Ag	0,005 (50 г/т)	РРМ НРМ	Пропорц. счетчик NaJ Гелиевый счетчик	0,n 0,n 10–20	0,05 0,05 0,05	Мешает Cd
Sn	0,1	РРМ	Пропорц. счетчик ППД	0,n	0,1 0,05	
Sb	0,5	РРМ ГГМ НРМ	Пропорц. счетчик NaJ Гелиевый счетчик	0,n 2–5 10–20	0,1 1–2 0,05	
Cs	0,1	РРМ НРМ	Пропорц. счетчик Гелиевый счетчик	0,n 10–20	0,1 0,05	
Ba		ГГМ РРМ	NaJ Пропорц. счетчик	2–5 0,n	1,0 0,1	
Ta	0,01	НРМ	Гелиевый счетчик	10–20	0,01	
W	0,1	РРМ НРМ	Пропорц. счетчик Ge-ППД Гелиевый счетчик	1–2 10–20	0,2–0,3 0,05 0,05	
Au	(0,5 г/т)	РРМ	Пропорц. счетчик SDD-ППД	0,n		По корреляции с сульфидами Ft, As, Sb
Hg	0,05	СНГМ РРМ	NaJ Ge-ППД NaJ Si-ППД	20–30 1–2	0,1 0,05 0,2 0,1	
U	0,01–0,02	ГРМ	NaJ	20–50	0,005	

*Примечание:* ГРМ — гаммарадиометрический метод, ГГМ — гамма-гамма метод, ФНМ — фотонейтронный метод, ННМ — нейтронно-нейтронный метод, НРМ — нейтронно-резонансный метод, СНАМ — спектрометрический нейтронно-активационный метод, СНГМ — спектрометрический нейтронный гамма метод, РРМ — рентгенорадиометрический метод, МММ — магнитометрический метод, ППД — полупроводниковые детекторы, Пропорц. счетчики — пропорциональные счетчики.

\* По большинству элементов (кроме Sn, W, Ba, U) даются прогнозные значения границы сортировки.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица 1

Фракционный состав выборки интервалов опробования керна скважин ( $l_0=15$  м) для 15-ти метровых уступов карьера зоны Переслаивания месторождения Костомукша (n=965) и показатели разделения руды по содержанию  $Fe_{MGT}$  %

№ фр.	Фракционный состав по $Fe_{MGT}$ , %											
	Верхний предел* $Fe_{MGT}$ , %					Технологические показатели						
	Продукты разделения	Вых., %	Сод., %	Извл. %	Отвальный продукт	Вых., %	Сод., %	Извл. %	Обогащенный продукт	Вых., %	Сод., %	Извл. %
1	Вмещающая порода	1,17	1,69	0,10	1,69	1,17	1,69	0,10	1,69	98,83	19,93	99,90
2	Вмещающая порода	2,93	3,22	0,48	3,22	4,10	2,78	0,58	2,78	95,90	20,44	99,42
3	Вмещающая порода	6,27	6,00	1,91	6,00	10,38	4,73	2,49	4,73	89,62	21,45	97,51
4	Некондиционная руда и вмещающая порода	4,00	8,97	1,82	8,97	14,38	5,91	4,31	5,91	85,62	22,03	95,69
5	Некондиционная руда и вмещающая порода	12,64	11,93	7,65	11,93	27,02	8,73	11,96	8,73	72,98	23,78	88,04
6	Руда краевых зон на сухую магнитную сепарацию	8,78	15,58	6,94	15,58	35,80	10,41	18,90	10,41	64,20	24,90	81,10
7	Кондиционная руда	11,30	18,7	10,72	18,7	47,10	12,40	29,62	12,40	52,90	26,23	70,38
8	Кондиционная руда	45,10	25,34	57,97	25,34	92,20	18,73	87,59	18,73	7,80	31,37	12,41
9	Кондиционная руда	7,80	31,37	12,41	31,37	100,0	19,71	100,0	19,71	—	—	—

\* Верхний предел дается для дифференциального и последующего интегрального распределений

Таблица 2

Прогнозные показатели сортировки магнетитовой руды зоны Переслаивания в автосамосвалах на РКС по  $Fe_{MGT}$ , % согласно данным табл. 1

№	Продукты сортировки	Границы сортировки, $Fe_{MGT}$ , %	Технологические показатели	
			Выход, %	Извлечение, %
1	Вмещающая порода в отвал	$\leq 8$	10,38	4,73
2	Некондиционная руда и вмещающая порода в спецотвал	$> 8 \leq 14$	16,64	11,22
3	Руда краевых зон на сухую магнитную сепарацию	$> 14 \leq 17$	8,78	15,58
4	Кондиционная руда на дробильно-обогатительную фабрику	$> 17$	64,20	24,90
	Исходная горнорудная масса		100,00	19,71
				100,00

Таблица 3

Прогнозные показатели сортировки полиметаллической руды уч. В. Джимидон по  $Zn_{\text{усл.}}$ , % на РКС по данным опробования забоев рудных штреков ( $l_0=15$  м системы отработки крутопадающих жил и зон с магазинированием) при разных значениях бортовых содержаний подсчета запасов

Борт $Zn_{\text{условный}}$ , %	Продукт сортировки	Верхняя граница сортировки $Zn_{\text{усл.}}$ , %	Выход, %	Содержание, %				Извлечение, %			
				$Zn_{\text{усл.}}$	Pb	Zn	Cu	$Zn_{\text{усл.}}$	Pb	Zn	Cu
1,0	Некондиционная руда	1,0	13,85	0,04	0,59	0,37	6,23	1,80	4,71	30,78	
	Руда на радиометрическую сепарацию		86,15	0,38	1,91	0,13	93,77	98,20	95,29	69,22	
	Исходная горнорудная масса		100,00	0,34	1,73	0,17	100,00	100,00	100,00	100,00	
1,2	Некондиционная руда	1,2	15,43	0,08	0,98	0,07	6,96	2,80	7,53	8,37	
	Руда на радиометрическую сепарацию		84,57	0,49	2,19	0,15	93,04	97,20	92,47	91,63	
	Исходная горнорудная масса		100,0	0,42	2,00	0,14	100,0	100,0	100,0	100,0	
1,5	Некондиционная руда	1,5	19,46	0,12	1,15	0,08	8,88	4,39	9,64	10,99	
	Руда на радиометрическую сепарацию		80,54	0,61	2,61	0,15	91,12	95,61	90,36	89,01	
	Исходная горнорудная масса		100,0	0,51	2,33	0,14	100,0	100,0	100,0	100,0	

## Руководство к программе расчета фракционного состава и технологических показателей «Kontrast»

### *Подготовка исходного файла Excel*

Подготовка файла данных в **Excel** самостоятельного или в виде части сводной таблицы требует одинакового количества данных в столбцах. При этом количество данных не более 3200. Запоминается имя файла, порядковый № от начала листа, № первой строки данных файла, буквенные обозначения столбцов, отвечающие расчетным параметрам.

### *Расчеты и построения с программой «Kontrast»:*

1. В первом окне «Программа» открывается «файл» — «открыть исходные данные». В появившемся окне «Загрузка файла» проставляется порядковый от начала № листа, № строчки данных столбца. Записывается количество столбцов содержаний, не считая столбца параметра. Латиницей «EN» заносятся буквенные обозначения используемых для расчета столбцов. Отмечается точкой расчет карманов по содержанию (контрастности) или по параметру (обогатимости).

2. Щелчком «Ок» вызывается окно выбора файла **Excel**, где выполняется его открытие. В окне «Программа» показываются столбцы данных с возможностью их корректировки. Если замечена ошибка, ее следует исправить, развернув исходный файл **Excel**, сохранить и заново его открыть.

3. Командой «Перевести данные» открывается окошко «Условие расчета 1», в котором задается вид распределения по карманам: по содержанию (расчет контрастности) и по параметру (расчет обогатимости или распределения).

4. Командой «Принять» открывается окно «Параметры расчета 1», в котором задаются: количество знаков после запятой (для параметра количество знаков будет на 1 больше), количество карманов до 20.

5. В окне «Параметры расчета 2», перейдя на русский «RU» с использованием запятой, задаются верхние пределы фракций. Чтобы обеспечить читаемый масштаб оси содержаний кривых контрастности и обогатимости последнее значение должно быть кратно 1, 2 или 5. Недопустимо отсутствие кусков в первом кармане.

6. Командой «Далее» открываются для просмотра все информационные окна, сдвигая перекрывающиеся вниз. Первое окно — «Гистограмма» показывает распределение количества кусков (интервалов) по заданным карманам. При появлении иконки об ошибке, последняя закрывается и, возвращаясь в обратном порядке, находится и исправляется допущенная некорректность. Гистограмма может быть распечатана только в жестком формате. Подобные гистограммы дифференциальных распределений следует строить с помощью подпрограммы **Excel** «Анализ данных» в «Сервисе».



7. Под гистограммой открывается «**Результат**» — таблица фракционного состава и технологических показателей. Таблица может быть рассчитана для других карманов путем изменения значений пределов карманов, возвратом в окна «Параметры расчета 1 и 2» с изменением количества и значений верхних пределов карманов. Окончательный вариант таблицы переводится на лист Excel установкой точки в окошке «отдельный файл» и командой «записать в Excel».

8. Таблица в Excel-файле без нарушения ее структуры идентифицируется, сохраняется под заданным именем и сворачивается.

9. В окне «Результат» командой «построить график» открываются кривые контрастности в традиционном виде или с кривой  $\epsilon$  (установкой точки — «открыть график № 4»). Обозначения кривых перемещаются номером в окошке.

10. Графики сохраняются в формате **.bmp** (это расширение следует записать в имени файла) и направляются на рабочий стол, где могут быть распечатаны. Из закрытого состояния они копируются через буфер в **Word**, где обрабатываются графической подпрограммой с уменьшением яркости сетки путем регулировки света и контрастности.

11. Расчеты другой таблицы с того же исходного файла производятся после последовательного закрытия окон до окна «Программа», из которого через «Файл — открыть исходные данные» задаются новые столбцы расчета. Все операции по пунктам 2...8 повторяются. Перед тем как дать команду «записать в Excel» переставляется точка в «один файл». В этом случае запись производится в единый свернутый файл Excel, что проверяется при развороте. Таблица идентифицируется, сохраняется и сворачивается.

12. По окончании расчетов таблицы по отдельности копируются в **Word**, где выделяются в пределах контура таблицы с помощью правой клавиши мыши и через «автоподбор» форматируются «по содержанию», после чего они освобождаются от взаимного влияния и искажений.

Подписано в печать 23.07.2020  
Формат 60×90/16. Усл. печ. л. 1,13  
Тираж 10 экз. Заказ №5

Редакционно-издательский сектор (РИС) ВИМС.  
119017, Москва, Старомонетный пер., д. 31. Тел. (495) 9503570  
Отпечатано на ризографе в РИС ВИМС.