МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.
Носова»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИГДиТ
_____ И.А. Пыталев

19.02.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ РУДОПОТОКА НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ

Направление подготовки (специальность)
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль/специализация) программы
Открытые горные работы

Уровень высшего образования - специалитет

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт горного дела и транспорта
Кафедра	Разработки месторождений полезных ископаемых
Курс	4
Семестр	8

Магнитогорск
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - специалитет по специальности 21.05.04 Горное дело (приказ Минобрнауки России от 12.08.2020 г. № 987)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

09.02.2024, протокол № 7

Зав. кафедрой _____С.Е. Гавришев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ

19.02.2024 г. протокол № 3

Председатель _____И.А. Пыталев

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры РМПИ, канд. техн. наук _____Д.В. Доможиров

Рецензент:

зав. лаб. обогащения ООО "УралГеоПроект" , канд. техн. наук _____В.Ш. Галямов

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

развитие у студентов личностных качеств и формирование и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 21.05.04 Горное дело в области изучения вопросов и понятий о физикотехнических свойствах и физических процессах в горных породах, закономерностях формирования и изменения свойств и принципах их использования при решении задач горного производства

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Управление качеством рудопотока на открытых горных работах входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Обоснование проектных решений

Информационные технологии на карьерах

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Рациональное использование природных ресурсов

Планирование открытых горных работ

Проектирование карьеров

Разработка рудных и угольных месторождений

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Управление качеством рудопотока на открытых горных работах» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-3 Способен разрабатывать и доводить до исполнителей наряды и задания на выполнение открытых горных, горно-строительных и буровзрывных работ, осуществлять контроль качества работ и обеспечивать правильность выполнения их исполнителями, составлять графики работ и перспективные планы, инструкции, сметы, заявки на машины и оборудование, заполнять необходимые отчетные документы в соответствии с установленными формами	
ПК-3.1	Способен планировать и организовывать горные работы по строительству карьера, подготовке новых горизонтов и ведению вскрышных и добычных работ
ПК-3.2	Осуществляет контроль качества горных и взрывных работ и обеспечивать правильность выполнения их исполнителями, составлять графики работ, перспективные планы, инструкции и сметы
ПК-3.3	Оформляет заявки на машины и оборудование, заполнять необходимые отчетные документы в соответствии с установленными формами

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:
– контактная работа – 48,05 акад. часов:
– аудиторная – 45 акад. часов;
– внеаудиторная – 3,05 акад. часов;
– самостоятельная работа – 24,25 акад. часов;
– в форме практической подготовки – 0 акад. час;
– подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. 1. Введение в дисциплину								
1.1 Цели и задачи дисциплины, связь со смежными дисциплинами	8	1,5		2,5	2	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к практическому занятию	Устный опрос (собеседование)	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
1.2 Проблема качества рудопотока в со-временных условиях развития горной промышленности. Современное состояние минерально-сырьевой базы. Сущность проблемы качества руд и рудопотока. Факторы снижения запасов полезных ископаемых. Зависимость эффективности обогатительного производства от изменения качества перерабатываемой руды. Концепция устойчивого развития. Основные подходы к реализации концепции устойчивого развития		1		2,5	2	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к практическому занятию	Устный опрос (собеседование), проверка выполнения практической работы	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3

1.3 Факторы, влияющие на стабилизацию качества рудопотока. Горно-геологические факторы. Техно-логические факторы. Организационно-технические факторы. Показатели из-влечения и стабильность качества руды		1,5		2,5	2	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к практическому занятию	Устный опрос (собеседование), проверка выполнения практической работы	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
1.4 Практика управления качеством рудопотока на ОГР. Основные положения управления качеством рудопотока. Методы повышения концентрации полезных компонентов в руде при ее добыче. Радиометрическая сортировка и сепарация рудной массы. Системы усреднения рудной массы. Разделительное действие взрыва при отбойке руды – взрывоселекция. Стабильность качества рудопотока и показатели переработки. Уровень колебаний качества рудопотока		1		2,5	2	Подготовка к семинарскому занятию	Семинарское занятие	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
Итого по разделу		5		10	8			
2. 2. Теоретические основы системы управ-ления качеством рудопотока на ОГР								
2.1 Систематизация способов управления качеством рудопотока при добыче руд на ОГР. Показатели, характеризующие качество руды. Основные требования к качеству рудной массы	8	1,5		2,5	2	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к практическому занятию	Устный опрос (собеседование), проверка выполнения практической работы	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.2 Показатели технологической оценки предконцентрации рудной массы. Коэффициенты концентрации, прироста качества. Показатель потерь полезного компонента. Построение кривых контрастности и определение предельно возможных технологических показателей предконцентрации. Методика моделирования предконцентрации рудной массы		1		2,5	2	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к практическому занятию	Устный опрос (собеседование), проверка выполнения практической работы	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3

2.3 Показатели, используемые для количественной оценки изменчивости качества рудопотока на ОГР. Вероятностные и композиционные показатели. Среднее арифметическое значение, средне взвешенное значение, математическое ожидание, размах колебаний показателей, дисперсия, среднеквадратичное отклонение, средний период колебаний, средняя частота колебаний, коэффициент взаимной корреляции. Логарифмическая дисперсия, коэффициент вариации средней величины, коэффициент изменчивости, функции математического ожидания, дисперсии, корреляционная функция		1,5		2,5	2	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к практическому занятию	Устный опрос (собеседование), проверка выполнения практической работы	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.4 Трансформация изменчивости качества руды и еѐ вероятностные модели. Технологические и организационные факторы, влияющие на показатели изменчивости рудной массы. Критерии обобщенной оценки технологической эффективности смесительных и усреднительных процессов. Вероятностные модели трансформации показателей изменчивости качества рудопотока		1		2,5	2	Подготовка к семинарскому занятию	Семинарское занятие	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
Итого по разделу		5		10	8			
3. 3. Организационно-технические и эко-номические мероприятия по управлению и стабилизации качеством рудопотока								

3.1 Составные элементы системы управления качеством рудопотока. Си-стема информационных потоков о качестве руды. Общая структура инормационноуправляющей системы качества руды. Система календарного и текущего планирования. Система оперативной информации и управления. Бункеризация добытой руды и формирование рудопотоков	8	1,5		2,5	2	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к практическому занятию	Устный опрос (собеседование), проверка выполнения практической работы	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
3.2 Общая структура рудничной системы управления качеством рудопотока. Долгосрочное планирование качества рудопотока при развитии горных работ. Текущее планирование среднего качества добытой рудопотока. Методики оперативного управления качеством рудопотока в процессе добычи: оперативное управление качеством добычи решением системы линейных уравнений, графическое решение задач регулирования добычи по забоям. Порядок отработки месторождения с учетом формирования и стабилизации качества рудопотока		1		2,5	2	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к практическому занятию	Устный опрос (собеседование), проверка выполнения практической работы	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
3.3 Концепция технологии предконцентрации рудной массы при добыче. Предпосылки к созданию технологии добычи с предконцентрацией руд. Основные положения по созданию рудничных технологий предконцентраций рудной массы. Классификация рудничных технологических схем предконцентрации. Основное оборудование, используемое при реализации процесса предконцентрации руд		1,5		2,5	2	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к практическому занятию	Устный опрос (собеседование), проверка выполнения практической работы	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3

3.4 Экономическая эффективность мероприятий по управлению качеством добываемых руд. Расчет показателей из-влечения с учетом статистического анализа качества руды, подаваемой на обогащение. Расчет экономического эффекта от повышения стабильности качества добываемой руды. Число выемочных единиц и их производительность. Уровень концентрации горных работ		1		2,5	2,25	Подготовка к семинарскому занятию	Семинарское занятие	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
3.5 Промежуточная аттестация						Подготовка к экзамену	Экзамен	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
Итого по разделу		5		10	8,25			
Итого за семестр		15		30	24,25		экзамен	
Итого по дисциплине		15		30	24,25		экзамен	

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Управление качеством рудопотока на открытых горных работах» используются традиционная и модульно - компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Управление качеством рудопотока на открытых горных работах» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-информация, лекций-конференций, лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал изложенный и объясненный студентам на лекциях-информациях, подлежит самостоятельному осмыслению и запоминанию. Совокупность докладов по предварительно подготовленной проблематике сделанных на лекции-конференции обеспечивает все-стороннее освещение проблемы за счет дополнения и уточнения преподавателем, а также подведением итогов в конце лекции с формулированием основных выводов. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

При проведении практических занятий используется работа в команде, контекстное обучение, обучение на основе опыта, «мозговой штурм» и традиционный семинар.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий и докладов для практических занятий, при подготовке к итоговой аттестации

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Фомин, С.И. Планирование открытых горных работ [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.И. Фомин, Д.Н. Лигоцкий, К.Р. Аргимбаев. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 60 с. – Режим доступа : https://e.lanbook.com/book/360542. - Загл. с экрана.

2. Боровков Ю. А. Основы горного дела [Электронный ресурс] Учебник для вузов / Боровков Ю. А., Дробаденко В. П., Ребриков Д. Н.- Москва:Издательство "Лань", 2022. - 468 с. // Лань : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/198620

3. Трубецкой, К. Н. Основы горного дела [Электронный ресурс] : учебник / К. Н. Трубецкой, Ю. П. Галченко. — Москва : Академический Проект, 2020. — 231 с. — ISBN 978-5-8291-3017-6. // Лань : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: URL: https://e.lanbook.com/book/132543 – Загл. с экрана..

б) Дополнительная литература:

1. Доможиров, Д. В. Технология разработки угольных месторождений [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д. В. Доможиров, И. А. Пыталев ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул.

экрана. – Режим доступа: URL: https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3445.pdf&show=dcatalogues/1/1514254/3445.pdf&view=tru - ISBN 978-5-9967-1127-7. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Городниченко, В.И., Дмитриев А.П.. Основы горного дела [Электронный ресурс]: Учебник для вузов. – 2-е изд. стер. М.: Издательство «Горная книга» , 2016. – 443 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/book/101753/#1. - Загл. с экрана.

3. Колесников, В.Ф. Технология и комплексная механизация открытых горных работ [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело» / В.Ф. Колесников; В.Л. Мартьянов; КузГТУ. - Кемерово 2017. - 189 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/book/105426/#1. - Загл. с экрана.

4. Воронков, В.Ф. Процессы открытых горных работ [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Ф. Воронков. — Электрон. дан. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 167 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/105386. - Загл. с экрана.

5. Казикаев, Д.М. Оптимизация схем рудопотоков при комбинированной разработке рудных месторождений [Электронный ресурс]: учебное пособие / Д.М. Ка-зикаев, А.А. Девятень. М.: Горная книга, 2011. – 16 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/49682 – Загл. с экрана.

в) Методические указания:

1 Доможиров, Д. В. Проектирование и планирование открытых горных работ с применением современных программных средств [Электронный ресурс] : учебное по-собие / Д. В. Доможиров, И. А. Пыталев ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. – Режим доступа: URL: https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3474.pdf&show=dcatalogues/1/1514291/3474.pdf&view=true - ISBN 978-5-9967-1246-5. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Доможиров Д.В. Методические указания по выполнению расчетно-графических работ по курсу «Планирование открытых горных работ» для студентов всех форм обучения специальности 130403 «Открытые горные работы». Магнитогорск: МГТУ, 2014. 36 с.

3. Доможиров Д.В. Методические указания по выполнению практических работ по курсу «Планирование открытых горных работ» для студентов специальности 130403 «Открытые горные работы». Магнитогорск: МГТУ, 2014. 36 с.

4. Доможиров Д.В., Караулов Н.Г. Планирование ОГР. Магнитогорск: МГТУ, 2010г.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
LibreOffice	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Autodesk AutoCad 2011 Master Suite	К-526-11 от 22.11.2011	бессрочно
Autodesk Inventor Professional 2011 Master Suite	К-526-11 от 22.11.2011	бессрочно
АСКОН Компас 3D в.16	Д-261-17 от 16.03.2017	бессрочно
MS Visual Studio 2017 Community Edition	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации).

2. Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации. Комплекс тестовых заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей).

3. Помещения для самостоятельной работы обучающихся (Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета).

4. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий).

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Перечень тем для подготовки к семинарским занятиям:

1. Системы усреднения рудной массы.

2. Стабильность качества руд и показатели переработки. Уровень колебаний качества руд.

3. Разделительное действие взрыва при отбойке руды – взрывоселекция.

4. Основные принципы управления качеством руд.

5. Критерии выбора принципа управления качеством руд.

6. Контрастность руд по содержанию полезного компонента.

7. Критерии неравномерности распределения полезного компонента.

8. Методика моделирования предконцентрации рудной массы.

9. Показатели, используемые для количественной оценки изменчивости качества руд.

Задания и исходные данные для выполнения практических работ по дисциплине «Управление качеством рудопотока на открытых горных работах»:

Практическая работа №1
«Терминология дисциплины»

Типовое задание на понимание терминов Ниже приводятся определения важнейших терминов по данной дисциплине. Выберите правильное определение для каждого термина из списка:

1. Квалиметрия.

2. Качество продукции.

3. Параметрами продукции.

4. Показатель качества продукции

5. Горная квалиметрия.

6. Продукция горного производства.

7. Сырая руда.

8. Товарная руда.

9. Концентрат.

10. Качество продукции горного (горнодобывающего) производства.

11. Качество горных работ

12. Стабилизация качества полезного ископаемого

13. Усредненительный принцип управления качеством руд

14. Разделительный или сепарационныйпринцип управления качеством руд

a. добытое полезное ископаемое предназначенное для производства металлов, минеральных удобрений, тепловой и электрической энергии, строительных материалов и деталей, средств электроники, инструмента, ювелирных и других изделий.

b. рудная масса, качество которой было улучшено путем сортировки, грохочения и частичной стабилизации.

c. рудное сырье, в котором путем выполнения специальных процессов обогащения, значительно увеличены уровень и стабильность содержания полезных компонентов, улучшен гранулометрический состав.

d. Количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции, составляющих еѐ качество, рассматриваемая применительно к определенным условиям еѐ создания, эксплуатации или потребления.

e. представляет собой совокупность свойств продукции, обусловливающих еѐ пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с еѐ назначением.

f. наукой об измерениях и методах их осуществления.

g. количественные признаки, характеризующие основные еѐ свойства и состояния.

h. область научно-технических знаний о методах количественной оценки качества продукции горного производства, его сырьевой базы, а также технологий добычи и первичной переработки полезных ископаемых.

i. рудная масса, не подвергавшейся какому-либо улучшению качества.

j. совокупность свойств добытого минерального продукта, обусловливающих пригодность использования его в виде сырья, а также для эксплуатации или потребления.

k. многостадийный процесс формирования однородного состава ископаемого при его добыче и первичной переработке.

l. процесс смешивания объѐмов разнокачественного минерального сырья в определенных пропорциях с целью выравнивания их состава.

m. выделение в отвалы (или хвосты) части пустой или слабоминерализованной породы и повышение, и стабилизация качества горной массы.

n. комплексное понятие, включающее в себя технический, технологический и организационный уровень горных работ, определяемый степенью их соответствия геологическим и горнотехническим условиям разработки конкретного месторождения полезного ископаемого или его участков.

Ключ:1-f, 2-e, 3-g, 4-d, 5-h, 6-a, 7-i, 8-b, 9-c, 10-j, 11-n, l2-k, 13-l, 14-m.

Практическая работа №2
«Расчет показателей технологической оценки предконцентрации рудной массы и определение способа управления качеством руды»

Одним из основных показателей, влияющих на технико-экономические показатели получения товарной продукции из минерального сырья, является значение среднего содержания промышленно полезного компонента (ПК) по месторождению в целом. Чем оно выше, тем рентабельнее работает горнорудное производство. В настоящее время, вследствие интенсивной отработки месторождений некоторых видов полезных ископаемых в предыдущие годы, по этим месторождениям наблюдается тенденция снижения среднего содержания ПК. Такая ситуация приводит к росту себестоимости конечного продукта предприятия из-за того, что в рудопотоке, поступающем на переработку, увеличивается доля пустой породы, удаление которой в процессе обогащения не менее, чем в два раза дороже процессов добычи. Кроме того, при обогащении бедной по содержанию ПК руды увеличивается объем тонкоизмельченных пылящих хвостов, что, в свою очередь, сказывается на экологической обстановке региона. Поэтому возникает актуальная задача поиска процессов, с помощью которых можно каким-либо способом повысить среднее содержание ПК в рудопотоке, поступающем на переработку. Для того, чтобы достичь желаемого результата, необходимо изучить в определенном объеме горной массы (в целом по месторождению, в отрабатываемом участке, блоке или в некоторой представительной пробе) распределение содержания ПК по заданным объемам горной массы (участки или блоки месторождения, или кусковой материал представительной пробы заданной крупности). Это даст возможность определить неравномерность распределения содержания ПК по всему заранее определенному объему горной массы и установить в нем количество заданных объемов с незначительным («хвостовым») содержанием ПК. Полученное знание позволит выбрать принцип формирования качества рудной массы, поступающей на обогащение – усреднительный или разделительный принцип. В качестве объекта исследования выбирается проба руды, состоящая из объемов горной массы заданной крупности, содержащих ПК

Практическая работа №3
«Регулирование объемов добычи по забоям метод линейных уравнений и графическим методом»

Методика решения задачи управления качеством путем перераспределения объемов добычи для некоторого количества забоев (объемов) n и регламентируемых показателей качества m, основана на составлении системы линейных уравнений.

Задача 1. Известно, что на участке рудника в работе находятся 3 забоя. При этом, среднее содержание ПК-ов по забоям составляет ПК11=43%, ПК12=14%, ПК13=48%; ПК21=33%, ПК22=19%, ПК23=24%; ПК31=38%, ПК32=46%, ПК33=43%. Суточная производительность рудника составляет Q= 2500 т. Определить объемы добычи руды по забоям таким образом, чтобы среднее содержание ПК составляло α ПК1=36%; α ПК2=20%; α ПК3=41%.

Задача 2. Известно, что на участке рудника в работе находятся 3 забоя. При этом, среднее содержание ПК-ов по забоям составляет ПК11=2,43%, ПК12=0,14%, ПК13=48%; ПК21=2,03%, ПК22=0,19%, ПК23=39%; ПК31=1,38%, ПК32=0,26%, ПК33=43%. Суточная производительность рудника составляет Q= 2500 т. Определить объемы добычи руды по забоям таким образом, чтобы среднее содержание ПК составляло α ПК1=2,1%; α ПК2=0,21%; α ПК3=41%.

Задача 3. Известно, что на участке рудника в работе находятся 3 забоя. При этом, среднее содержание ПК-ов по забоям составляет ПК11=0,3%, ПК12=18%, ПК13=1,8%; ПК21=0,56%, ПК22=19%, ПК23=1,4%; ПК31=0,44%, ПК32=16%, ПК33=1,5%. Суточная производительность рудника составляет Q= 2500 т. Определить объемы добычи руды по забоям таким образом, чтобы среднее содержание ПК составляло α ПК1=0,46%; α ПК2=17%; α ПК3=1,6%.

Задача 4. Известно, что на участке рудника в работе находятся 3 забоя. На участке рудника в работе находятся 3 забоя. При этом, среднее содержание ПК-ов по забоям составляет ПК11=3%, ПК12=24%, ПК13=0,8%; ПК21=8%, ПК22=20%, ПК23=0,4%; ПК31=5%, ПК32=16%, ПК33=0,3%. Суточная производительность рудника составляет Q= 1000 т. Определить объемы добычи руды по забоям таким образом, чтобы среднее содержание ПК составляло α ПК1=4,8%; α ПК2=21,1%; α ПК3=0,45%.

Задача 5. Известно, что на участке рудника в работе находятся 3 забоя. На участке рудника в работе находятся 3 забоя. При этом, среднее содержание ПК-ов по забоям составляет ПК11=24%, ПК12=3%, ПК13=0,8%; ПК21=22%, ПК22=8%, ПК23=0,4%; ПК31=5%, ПК32=16%, ПК33=0,3%. Суточная производительность рудника составляет Q= 1000 т. Определить объемы добычи руды по забоям таким образом, чтобы среднее содержание ПК составляло α ПК1=20,8%; α ПК2=4,8%; α ПК3=0,45%.

Практическая работа №4
«Графический метод (метод номограмм) определения объемов добычи»

В ряде случаев задачи обоснования объемов добычи из нескольких забоев в режиме формирования среднего значения показателей качества руды относительно просто и достаточно наглядно решаются на базе трехосных номограмм. Применять этот метод целесообразно при принятии оперативных решений, особенно для корректирования работы очистных единиц, на уровне линейного технического персонала рудника в условиях лимита времени. Для этого до начала смены составляется график, отражающий возможные ситуаций и допустимые границы возможных управляющих действий. Достоинство графического метода в его простоте, наглядности и высокой оперативности обоснования решений.

Задача 1. Известно, что на участке рудника в работе находятся 3 забоя. При этом, среднее содержание ПК по забоям составляет ПК1=43%, ПК2=33%, ПК3=38%, Суточная производительность рудника составляет Q= 2500т. Определить объемы добычи руды по забоям таким образом, чтобы среднее содержание ПК в руде, подаваемой на обогатительную фабрику составляло α=36%.

Задача 2. Известно, что на участке рудника в работе находятся 3 забоя. При этом, среднее содержание ПК по забоям составляет ПК1=3%, ПК2=8%, ПК3=5%, Суточная производительность рудника составляет Q= 1000т. Определить объемы добычи руды по забоям таким образом, чтобы среднее содержание ПК в руде, подаваемой на обогатительную фабрику составляло α=4,8%.

Задача 3. Известно, что на участке рудника в работе находятся 3 забоя. При этом, среднее содержание ПК по забоям составляет ПК1=13%, ПК2=10%, ПК3=18%, Суточная производительность рудника составляет Q= 1000т. Определить объемы добычи руды по забоям таким образом, чтобы среднее содержание ПК в руде, подаваемой на обогатительную фабрику составляло α= 14,1%.

Задача 4. Известно, что на участке рудника в работе находятся 3 забоя. При этом, среднее содержание ПК по забоям составляет ПК1=13%, ПК2=10%, ПК3=18%, Суточная производительность рудника составляет Q= 2500т. Определить объемы добычи руды по забоям таким образом, чтобы среднее содержание ПК в руде, подаваемой на обогатительную фабрику составляло α= 14,1%.

Задача 5. Известно, что на участке рудника в работе находятся 3 забоя. При этом, среднее содержание ПК по забоям составляет ПК1=0,14%, ПК2=0,19%, ПК3=0,26%, Суточная производительность рудника составляет Q= 2500т. Определить объемы добычи руды по забоям таким образом, чтобы среднее содержание ПК в руде, подаваемой на обогатительную фабрику составляло α= 0,21%.

Практическая работа №5
«Определение зависимости качества и количества добытой рудной массы через величины потерь и разубоживания»

Содержание полезных компонентов в балансовых запасах блока и цена их в сырой руде указаны в табл. 10 по вариантам задания. Себестоимость добычи 1 т руды составляет 80 р/т. Цена одной тонны меди в сырой руде 10600 р., цинка - 6000 р.

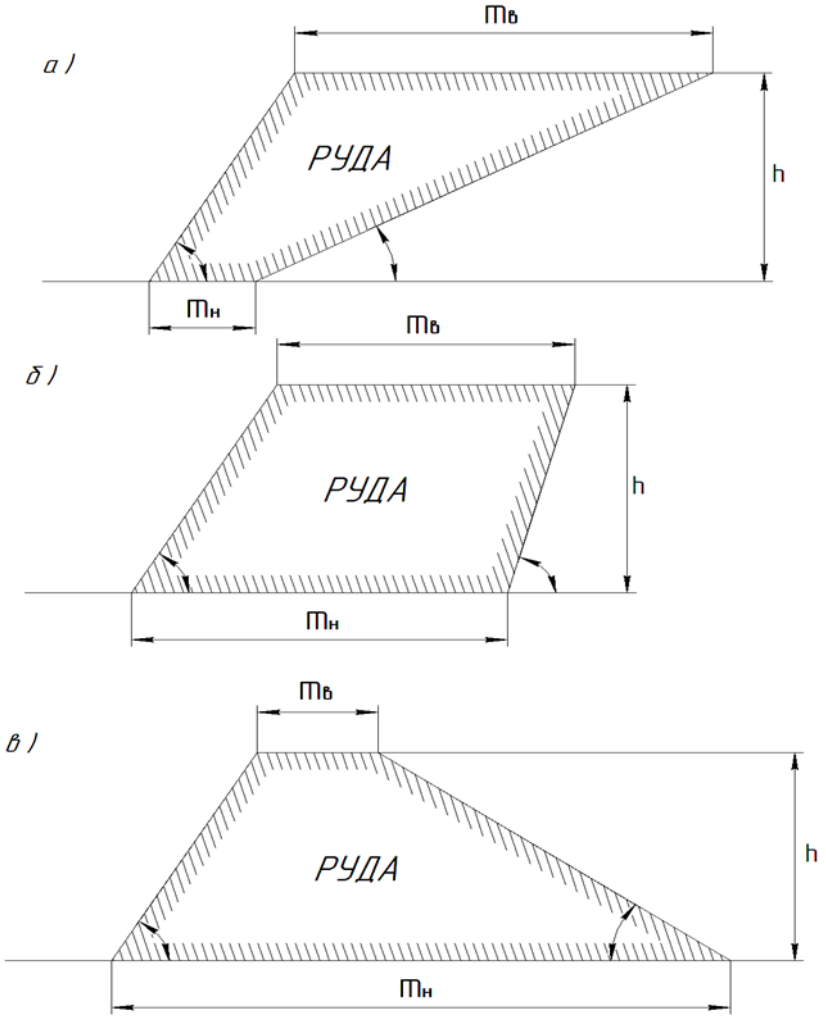


Таблица 5.1 - Исходные данные к практической работе№ 5

Номер варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Содержание меди, %	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8
Содержание цинка, %	1,8	1,9	1,7	1,6	1,4	2,3	2,2	2,0	1,8	1,3

Решение задачи основано на оценке показателя *«экономические последствия потерь и засорения»* $Э$. Этот показатель может рассматриваться как условная прибыль, изменяющаяся в зависимости от размеров потерь и засорения полезного ископаемого рабочего блока.

Для однокомпонентных полезных ископаемых

$$Э = \frac{1-П}{1-Р}\left(\alpha \cdot Ц \cdot \varepsilon - C_Р \cdot \frac{1-П}{1-Р}\right) \qquad (5.1)$$

где $П$, $Р$ – коэффициенты потерь и засорения, доли ед.;

α – содержание полезного компонента, доли ед.;

ε – интегральный коэффициент извлечения, доли ед.;

$C_Р$ – себестоимость добычи полезного ископаемого, р/т.

Так как комплексные руды, кроме основного, содержат от одного до нескольких попутных полезных компонентов, то в формуле (5.1) требуется учитывать содержание, потери и засорение по всем компонентам.

Коэффициенты потерь и засорения многокомпонентных руд можно определить:

$$П_К = \frac{Q_Б \cdot \alpha_{У(Б)} - Q_Д \cdot \alpha_{У(Д)}}{Q_Б \cdot \alpha_{У(Б)}} = 1 - \frac{Q_Д}{Q_Б} \cdot \frac{\alpha_{У(Д)}}{\alpha_{У(Б)}} = 1 - \varepsilon_{ПИ} \cdot \frac{\alpha_{У(Д)}}{\alpha_{У(Б)}} \qquad (5.2)$$

$$Р_К = \frac{\alpha_{У(Б)} - \alpha_{У(Д)}}{\alpha_{У(Б)}} = 1 - \frac{\alpha_{У(Д)}}{\alpha_{У(Б)}} \qquad (5.3)$$

где $П_К$, $Р_К$ – комплексные коэффициенты потерь и засорения;

$Q_Б$, $Q_Д$ – объем балансовых запасов и добытого п.и.;

$\alpha_{У(Д)}$, $\alpha_{У(Б)}$ – условное содержание полезных компонентов в добытой сырой руде и балансовых запасах блока, доли ед.;

$\varepsilon_{ПИ} = (1 - П)$ – коэффициент извлечения полезного ископаемого из недр, доли ед.;

$П$ – коэффициент потерь по результатам решения задачи 4.

Условное содержание компонентов в балансовых запасах

$$\alpha_{У(Б)} = \alpha_{ОСН(Б)} + \alpha_{ПОП(Б)} \cdot n \qquad (5.4)$$

где $\alpha_{ОСН(Б)}$, $\alpha_{ПОП(Б)}$ – содержание основного и попутного компонента в балансовых запасах. доли ед.;

n – коэффициент приведения попутного компонента к основному.

Коэффициент приведения

$$n = \frac{(Ц_{ПОП} - C_{ПОП})}{(Ц_{ОСН} - C_{ОСН})} \qquad (5.4)$$

где $Ц_{ПОП}$, $Ц_{ОСН}$ – цена попутного и основного компонента соответственно, р/т;

$C_{ПОП}$, $C_{ОСН}$ – затраты на добычу 1 т полезного компонента, р/т.

Так как содержание полезных компонентов в руде различно, то затраты на добычу 1 т каждого из них определяются условно:

$$C_{ОСН} = \frac{C_Р}{\alpha_{ОСН(Б)}}, \; C_{ПОП} = \frac{C_Р}{\alpha_{ПОП(Б)}} \qquad (5.5)$$

где $C_Р$ – себестоимость 1 т руды;

$\alpha_{ОСН(Б)}$, $\alpha_{ПОП(Б)}$ – содержание основного и попутного компонента в балансовых запасах, доли ед.

Аналогично определяем условное содержание компонентов в сырой руде:

$$\alpha_{У(Д)} = \alpha_{ОСН(Д)} + \alpha_{ПОП(Д)} \cdot n \qquad (5.6)$$

Для определения $\alpha_{ОСН(Д)}$ и $\alpha_{ПОП(Д)}$ можно использовать результаты расчетов коэффициентов засорения в задаче 4.

$$\begin{aligned} \alpha_{ОСН(Д)} &= \alpha_{ОСН(Б)} \cdot (1 - P) \\ \alpha_{ПОП(Д)} &= \alpha_{ПОП(Б)} \cdot (1 - P) \end{aligned} \qquad (5.7)$$

Определенные вышеизложенным способом коэффициенты потерь и засорения комплексной руды должны быть оценены с точки зрения экономических последствии.

Показатель экономических последствий потерь и засорения многокомпонентных руд с учетом изложенного можно определить:

$$Э = \frac{1 - П_К}{1 - P_К}\left[\alpha_{У(Б)} \cdot Ц_{ОСН} \cdot (1 - П_К) \cdot (1 - P_К) - C_Р \cdot \frac{1 - П_К}{1 - P_К}\right] \qquad (5.8)$$

Следовательно, при различных положениях границы рабочего блока по ширине, различными окажутся и коэффициенты потерь, засорения и экономические последствия. Оптимальной шириной блока будет та, при которой показатель экономических последствий максимальный.

Результаты расчетов вместе с исходными данными последовательно заносим в табл.5.2

Таблица 5.2 - Расчет показателей экономических последствий

потерь и засорения

Вариант границы блока	$\alpha_{осн(б)}$, доли ед.	**n**	$\alpha_{у(б)}$, доли ед.	$\alpha_{осн(д)}$, доли ед.	$\alpha_{поп(д)}$, доли ед.	$\alpha_{у(д)}$, доли ед.	$\mathbf{П_к}$, доли ед.	$\mathbf{Р_к}$ доли ед.	Э, р/т
1 2 3 4									

Практическая работа №6
«Определение границ залежи при вовлечении в разработку бедных руд»

Определить границы залежи медной руды в поперечном сечении месторождения (рис.6.1). Цена меди в руде при содержании ее $\alpha = 3-8\%$ составляет 11640 р/т; при содержании $\alpha = 1-3\%$ цена 10600 р/т; при содержании $\alpha = 0{,}5-1\%$ цена 7400 р/т. Средний коэффициент извлечения полезного ископаемого при добыче составляет 0,92. Удельные затраты на добычу и обогащение 1 т руды $C = 130$ р/т. Среднее по отдельным участкам залежи содержание меди указано в табл. 6.1.

Таблица 6.1 - Содержание меди в залежи

Номер участка залежи по рис. 1.6)	Содержание по вариантам, %									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	4,0	4,2	4,4	4,0	4,2	4,2	4,0	4,0	4,3	4,5
2	2,0	1,8	1,6	2,4	2,2	2,0	1,8	2,6	2,4	2,2
3	0,6	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7
4	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6
5	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4
6	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

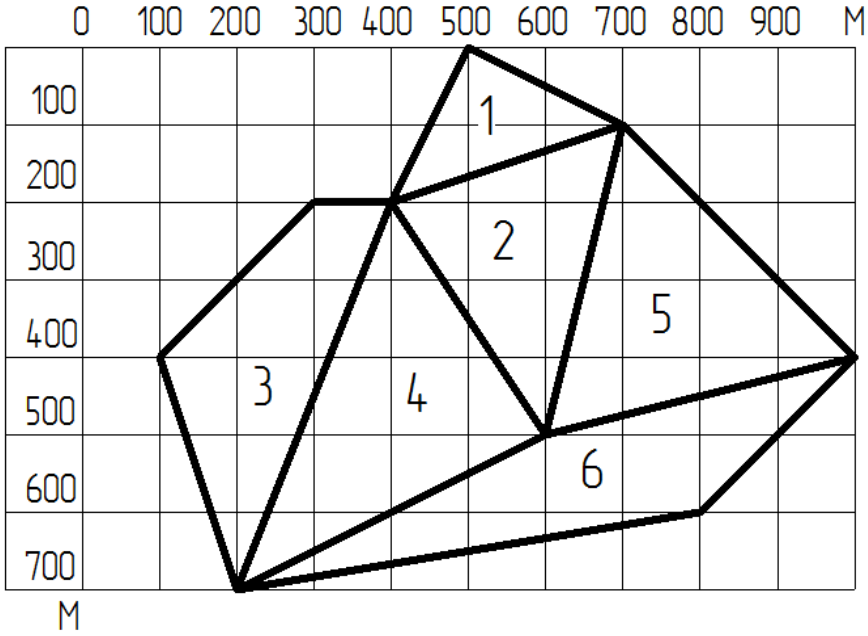


Рис. 6.1 Схема поперечного сечения месторождения медной руды:

1,2... - номера участков залежи

Ниже предложенная методика решения задачи используется при обосновании вовлечения в разработку бедных однокомпонентных руд, что является одной из задач комплексного использования недр. Решается задача экономическим обоснованием размеров залежи, включающей участки бедных руд.

Критерием оценки целесообразности прирезки бедных участков является ценность руды:

$$Z = Ц \cdot \overline{\alpha} \cdot \varepsilon \qquad (6.1)$$

где Z – ценность руды, р/т;

$Ц$ – цена полезного компонента в руде, р/т;

$\varepsilon = 0{,}92$ – коэффициент извлечения полезного ископаемого, доли ед.;

$\overline{\alpha}$ – среднее содержание полезного компонента в руде, доли ед.

Условие прирезки новых участков бедных руд

$$Z \geq C \qquad (6.2)$$

где C - себестоимость добычи и обогащения руды, р/т.

Для решения задачи требуется:

1. Выполнить чертеж поперечного сечения месторождения в масштабе 1: 10000.

2. Последовательно (в соответствии с номерами) наметить варианты границ залежи:

- вариант 1 включает участок 1;

- вариант 2 включает участки 1 и 2;

- вариант 3 включает участки 1,2 и 3;

- вариант 4 включает участки 1,2,3 и 4;

- вариант 5 включает участки 1,2,3,4 и 5;

- вариант 6 включает участки 1,2,3,4,5 и 6.

3. Для каждого варианта определяем среднее содержание в намеченных границах залежи:

$$\overline{\alpha} = \frac{\sum \alpha_i \cdot F_i}{\sum F_i} \qquad (6.3)$$

где $\overline{\alpha}$ – содержание меди в каждом участке, включенном в контур залежи по рассматриваемому варианту, %;

F_i – объем каждого участка, м^3.

4. Для каждого варианта контуров залежи определяем ценность с учетом изменения $\overline{\alpha}$ и соответствующих цен на медь (формула 47) и полученный результат сравниваем с затратами на добычу и обогащение. При нарушении условия (48) в очередном рассматриваемом варианте целесообразными границами залежи считаем границы предшествующего варианта.

Результаты расчетов заносим в таблицу 6.2.

Таблица 6.2 - Ценность руды по вариантам границ залежи

Вари-ант	Участки залежи	Площадь участков, F, м^2	Содер-жание α, %	Среднее содержание $\overline{\alpha}$, %	Цена * меди в руде, Ц, р/т	Ценность руды, Z, р/т	Примечание **
1	1						
2	1 2						
3	1 2 3						

4	1 2 3 4						
5	1 2 3 4 5						
6	1 2 3 4 5 6						

* - определяется по среднему содержанию;

** - в примечании отметить соответствие результатов расчета Z условию (48) ($Z < C$ или $Z > C$)

Перечень тем и заданий для подготовки к экзамену:

1. Современное состояние минерально-сырьевой базы.
2. Основные подходы к реализации концепции устойчивого развития.
3. Сущность проблемы качества рудопотока.
4. Факторы снижения запасов полезных ископаемых.
5. Зависимость эффективности обогатительного производства от изменения качества перерабатываемой руды.
6. Факторы, влияющие на стабилизацию качества рудопотока.
7. Методы повышения концентрации полезных компонентов в руде при ее добыче.
8. Радиометрическая сортировка и сепарация рудной массы.
9. Системы усреднения рудной массы.
10. Разделительное действие взрыва при отбойке руды – взрывоселекция.
11. Систематизация способов управления качеством рудопотока при подземной добыче.
12. Показатели, характеризующие качество рудопотока.
13. Основные требования к качеству рудной массы.
14. Показатели технологической оценки предконцентрации рудной массы.
15. Показатели, используемые для количественной оценки изменчивости качества рудопотока.
16. Технологические и организационные факторы, влияющие на показатели изменчивости рудной массы.

17. Критерии обобщенной оценки технологической эффективности смесительных и усреднительных процессов.
18. Составные элементы системы управления качеством рудопотока.
19. Система информационных потоков о качестве рудопотока.
20. Общая структура инормационно-управляющей системы качества рудопотока.
21. Система календарного и текущего планирования.
22. Система оперативной информации и управления.
23. Текущее планирование среднего качества добытой руды.
24. Методики оперативного управления качеством рудопотока в процессе добычи.
25. Оперативное управление качеством добычи решением системы линейных уравнений.
26. Графическое решение задач регулирования добычи по забоям.
27. Предпосылки к созданию технологии добычи с предконцентрацией руд.
28. Основные положения по созданию рудничных технологий предконцентраций рудной массы

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-3: **Способен разрабатывать и доводить до исполнителей наряды и задания на выполнение открытых горных, горно-строительных и буровзрывных работ, осуществлять контроль качества работ и обеспечивать правильность выполнения их исполнителями, составлять графики работ и перспективные планы, инструкции, сметы, заявки на машины и оборудование, заполнять необходимые отчетные документы в соответствии с установленными формами**		
ПК-3.1	Способен планировать и организовывать горные работы по строительству карьера, подготовке новых горизонтов и ведению	Перечень теоретических вопросов к экзамену: 1. Современное состояние минерально-сырьевой базы. 2. Основные подходы к реализации концепции устойчивого развития.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	вскрышных и добычных работ	3. Сущность проблемы качества рудопотока. 4. Факторы снижения запасов полезных ископаемых. 5. Зависимость эффективности обогатительного производства от изменения качества перерабатываемой руды. 6. Факторы, влияющие на стабилизацию качества рудопотока. 7. Методы повышения концентрации полезных компонентов в руде при ее добыче. 8. Радиометрическая сортировка и сепарация рудной массы. 9. Системы усреднения рудной массы. 10. Разделительное действие взрыва при отбойке руды – взрывоселекция. 11. Систематизация способов управления качеством рудопотока при подземной добыче. 12. Показатели, характеризующие качество рудопотока. 13. Основные требования к качеству рудной массы. 14. Показатели технологической оценки предконцентрации рудной массы. 15. Показатели, используемые для количественной оценки изменчивости качества рудопотока. 16. Технологические и организационные факторы, влияющие на показатели изменчивости рудной массы. 17. Критерии обобщенной оценки технологической

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		эффективности смесительных и усреднительных процессов. 18. Составные элементы системы управления качеством рудопотока. 19. Система информационных потоков о качестве рудопотока. 20. Общая структура инормационно-управляющей системы качества рудопотока. 21. Система календарного и текущего планирования. 22. Система оперативной информации и управления. 23. Текущее планирование среднего качества добытой руды. 24. Методики оперативного управления качеством рудопотока в процессе добычи. 25. Оперативное управление качеством добычи решением системы линейных уравнений. 26. Графическое решение задач регулирования добычи по забоям. 27. Предпосылки к созданию технологии добычи с предконцентрацией руд. 28. Основные положения по созданию рудничных технологий предконцентраций рудной массы
ПК-3.2	Осуществляет контроль качества горных и взрывных работ и обеспечивать правильность	**Практическая работа №1** **«Терминология дисциплины»** Типовое задание на понимание терминов Ниже

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	выполнения их исполнителями, составлять графики работ, перспективные планы, инструкции и сметы	приводятся определения важнейших терминов по данной дисциплине. Выберите правильное определение для каждого термина из списка: 1. Квалиметрия. 2. Качество продукции. 3. Параметрами продукции. 4. Показатель качества продукции 5. Горная квалиметрия. 6. Продукция горного производства. 7. Сырая руда. 8. Товарная руда. 9. Концентрат. 10. Качество продукции горного (горнодобывающего) производства. 11. Качество горных работ 12. Стабилизация качества полезного ископаемого 13. Усредненительный принцип управления качеством руд 14. Разделительный или сепарационныйпринцип управления качеством руд а. добытое полезное ископаемое предназначенное для производства металлов, минеральных удобрений, тепловой и электрической энергии, строительных

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		материалов и деталей, средств электроники, инструмента, ювелирных и других изделий. b. рудная масса, качество которой было улучшено путем сортировки, грохочения и частичной стабилизации. c. рудное сырье, в котором путем выполнения специальных процессов обогащения, значительно увеличены уровень и стабильность содержания полезных компонентов, улучшен гранулометрический состав. d. Количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции, составляющих еѐ качество, рассматриваемая применительно к определенным условиям еѐ создания, эксплуатации или потребления. e. представляет собой совокупность свойств продукции, обусловливающих еѐ пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с еѐ назначением. f. наукой об измерениях и методах их осуществления. g. количественные признаки, характеризующие основные еѐ свойства и состояния. h. область научно-технических знаний о методах количественной оценки качества продукции горного производства, его сырьевой базы, а также технологий добычи и первичной переработки полезных ископаемых. i. рудная масса, не подвергавшейся какому-либо улучшению качества. j. совокупность свойств добытого минерального продукта, обусловливающих пригодность использования

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		его в виде сырья, а также для эксплуатации или потребления. k. многостадийный процесс формирования однородного состава ископаемого при его добыче и первичной переработке. l. процесс смешивания объѐмов разнокачественного минерального сырья в определенных пропорциях с целью выравнивания их состава. m. выделение в отвалы (или хвосты) части пустой или слабоминерализованной породы и повышение, и стабилизация качества горной массы. n. комплексное понятие, включающее в себя технический, технологический и организационный уровень горных работ, определяемый степенью их соответствия геологическим и горнотехническим условиям разработки конкретного месторождения полезного ископаемого или его участков. Ключ:1-f, 2-e, 3-g, 4-d, 5-h, 6-a, 7-i, 8-b, 9-c, 10-j, 11-n, l2-k, 13-l, 14-m. **Практическая работа №2** **«Расчет показателей технологической оценки предконцентрации рудной массы и определение способа управления качеством руды»** Одним из основных показателей, влияющих на технико-экономические показатели получения товарной продукции из минерального сырья, является значение среднего содержания промышленно полезного компонента (ПК) по месторождению в целом. Чем оно

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		выше, тем рентабельнее работает горнорудное производство. В настоящее время, вследствие интенсивной отработки месторождений некоторых видов полезных ископаемых в предыдущие годы, по этим месторождениям наблюдается тенденция снижения среднего содержания ПК. Такая ситуация приводит к росту себестоимости конечного продукта предприятия из-за того, что в рудопотоке, поступающем на переработку, увеличивается доля пустой породы, удаление которой в процессе обогащения не менее, чем в два раза дороже процессов добычи. Кроме того, при обогащении бедной по содержанию ПК руды увеличивается объем тонкоизмельченных пылящих хвостов, что, в свою очередь, сказывается на экологической обстановке региона. Поэтому возникает актуальная задача поиска процессов, с помощью которых можно каким-либо способом повысить среднее содержание ПК в рудопотоке, поступающем на переработку. Для того, чтобы достичь желаемого результата, необходимо изучить в определенном объеме горной массы (в целом по месторождению, в отрабатываемом участке, блоке или в некоторой представительной пробе) распределение содержания ПК по заданным объемам горной массы (участки или блоки месторождения, или кусковой материал представительной пробы заданной крупности). Это даст возможность определить неравномерность распределения содержания ПК по всему заранее определенному объему горной массы и установить в нем количество заданных объемов с незначительным («хвостовым») содержанием ПК. Полученное знание позволит выбрать принцип формирования качества рудной массы, поступающей на обогащение – усреднительный или разделительный принцип. В качестве объекта исследования выбирается проба руды, состоящая из объемов горной массы

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		заданной крупности, содержащих ПК **Практическая работа №3** **«Регулирование объемов добычи по забоям метод линейных уравнений и графическим методом»** Методика решения задачи управления качеством путем перераспределения объемов добычи для некоторого количества забоев (объемов) n и регламентируемых показателей качества m, основана на составлении системы линейных уравнений. **Задача 1.** Известно, что на участке рудника в работе находятся 3 забоя. При этом, среднее содержание ПК-ов по забоям составляет ПК11=43%, ПК12=14%, ПК13=48%; ПК21=33%, ПК22=19%, ПК23=24%; ПК31=38%, ПК32=46%, ПК33=43%. Суточная производительность рудника составляет Q= 2500 т. Определить объемы добычи руды по забоям таким образом, чтобы среднее содержание ПК составляло α ПК1=36%; α ПК2=20%; α ПК3=41%. **Задача 2.** Известно, что на участке рудника в работе находятся 3 забоя. При этом, среднее содержание ПК-ов по забоям составляет ПК11=2,43%, ПК12=0,14%, ПК13=48%; ПК21=2,03%, ПК22=0,19%, ПК23=39%; ПК31=1,38%, ПК32=0,26%, ПК33=43%. Суточная производительность рудника составляет Q= 2500 т. Определить объемы добычи руды по забоям таким образом, чтобы среднее содержание ПК составляло α ПК1=2,1%; α ПК2=0,21%; α ПК3=41%. **Задача 3.** Известно, что на участке рудника в работе находятся 3 забоя. При этом, среднее содержание ПК-ов по забоям составляет ПК11=0,3%, ПК12=18%, ПК13=1,8%; ПК21=0,56%, ПК22=19%, ПК23=1,4%;

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		ПК31=0,44%, ПК32=16%, ПК33=1,5%. Суточная производительность рудника составляет Q= 2500 т. Определить объемы добычи руды по забоям таким образом, чтобы среднее содержание ПК составляло α ПК1=0,46%; α ПК2=17%; α ПК3=1,6%. **Задача 4.** Известно, что на участке рудника в работе находятся 3 забоя. На участке рудника в работе находятся 3 забоя. При этом, среднее содержание ПК-ов по забоям составляет ПК11=3%, ПК12=24%, ПК13=0,8%; ПК21=8%, ПК22=20%, ПК23=0,4%; ПК31=5%, ПК32=16%, ПК33=0,3%. Суточная производительность рудника составляет Q= 1000 т. Определить объемы добычи руды по забоям таким образом, чтобы среднее содержание ПК составляло α ПК1=4,8%; α ПК2=21,1%; α ПК3=0,45%. **Задача 5.** Известно, что на участке рудника в работе находятся 3 забоя. На участке рудника в работе находятся 3 забоя. При этом, среднее содержание ПК-ов по забоям составляет ПК11=24%, ПК12=3%, ПК13=0,8%; ПК21=22%, ПК22=8%, ПК23=0,4%; ПК31=5%, ПК32=16%, ПК33=0,3%. Суточная производительность рудника составляет Q= 1000 т. Определить объемы добычи руды по забоям таким образом, чтобы среднее содержание ПК составляло α ПК1=20,8%; α ПК2=4,8%; α ПК3=0,45%.
ПК-3.3	Оформляет заявки на машины и оборудование, заполнять необходимые	**Практическая работа №4** **«Графический метод (метод номограмм) определения объемов добычи»** В ряде случаев задачи обоснования объемов добычи

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	отчетные документы в соответствии с установленными формами.	из нескольких забоев в режиме формирования среднего значения показателей качества руды относительно просто и достаточно наглядно решаются на базе трехосных номограмм. Применять этот метод целесообразно при принятии оперативных решений, особенно для корректирования работы очистных единиц, на уровне линейного технического персонала рудника в условиях лимита времени. Для этого до начала смены составляется график, отражающий возможные ситуаций и допустимые границы возможных управляющих действий. Достоинство графического метода в его простоте, наглядности и высокой оперативности обоснования решений. **Задача 1.** Известно, что на участке рудника в работе находятся 3 забоя. При этом, среднее содержание ПК по забоям составляет ПК1=43%, ПК2=33%, ПК3=38%, Суточная производительность рудника составляет Q= 2500т. Определить объемы добычи руды по забоям таким образом, чтобы среднее содержание ПК в руде, подаваемой на обогатительную фабрику составляло α=36%. **Задача 2.** Известно, что на участке рудника в работе находятся 3 забоя. При этом, среднее содержание ПК по забоям составляет ПК1=3%, ПК2=8%, ПК3=5%, Суточная производительность рудника составляет Q= 1000т. Определить объемы добычи руды по забоям таким образом, чтобы среднее содержание ПК в руде, подаваемой на обогатительную фабрику составляло α=4,8%. **Задача 3.** Известно, что на участке рудника в работе находятся 3 забоя. При этом, среднее содержание ПК по забоям составляет ПК1=13%, ПК2=10%, ПК3=18%, Суточная производительность рудника составляет Q=

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		1000т. Определить объемы добычи руды по забоям таким образом, чтобы среднее содержание ПК в руде, подаваемой на обогатительную фабрику составляло α= 14,1%. **Задача 4.** Известно, что на участке рудника в работе находятся 3 забоя. При этом, среднее содержание ПК по забоям составляет ПК1=13%, ПК2=10%, ПК3=18%, Суточная производительность рудника составляет Q= 2500т. Определить объемы добычи руды по забоям таким образом, чтобы среднее содержание ПК в руде, подаваемой на обогатительную фабрику составляло α= 14,1%. **Задача 5.** Известно, что на участке рудника в работе находятся 3 забоя. При этом, среднее содержание ПК по забоям составляет ПК1=0,14%, ПК2=0,19%, ПК3=0,26%, Суточная производительность рудника составляет Q= 2500т. Определить объемы добычи руды по забоям таким образом, чтобы среднее содержание ПК в руде, подаваемой на обогатительную фабрику составляло α= 0,21%. **Практическая работа №5** **«Определение зависимости качества и количества добытой рудной массы через величины потерь и разубоживания»** Содержание полезных компонентов в балансовых запасах блока и цена их в сырой руде указаны в табл. 10 по вариантам задания. Себестоимость добычи 1 т руды составляет 80 р/т. Цена одной тонны меди в сырой руде 10600 р., цинка - 6000 р.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства

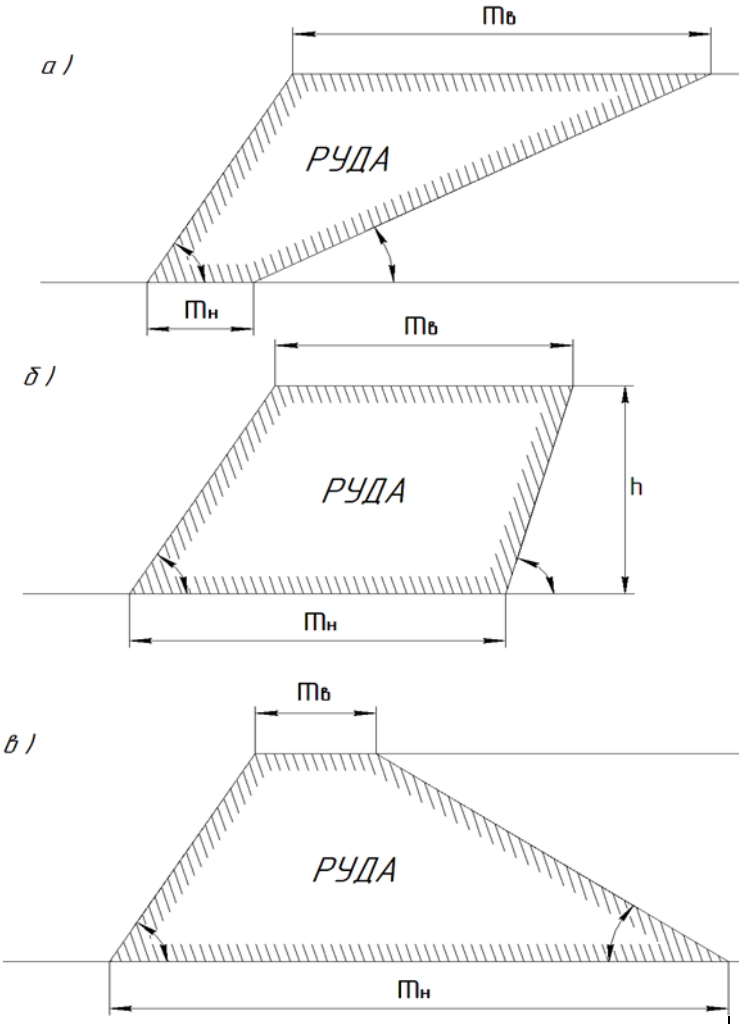


Таблица 5.1 - Исходные данные к практической работе№ 5

Номер варианта	0	1	2	3	4
Содержание меди, %	1,2	1,1	1,0	0,9	0,
Содержание цинка, %	1,8	1,9	1,7	1,6	1,

Решение задачи основано на оценке показателя

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		«экономические последствия потерь и засорения» $Э$. Этот показатель может рассматриваться как условная прибыль, изменяющаяся в зависимости от размеров потерь и засорения полезного ископаемого рабочего блока. Для однокомпонентных полезных ископаемых $$Э = \frac{1-П}{1-Р}\left(\alpha \cdot Ц \cdot \varepsilon - C_Р \cdot \frac{1-П}{1-Р}\right)$$ где $П$, $Р$ – коэффициенты потерь и засорения, доли ед.; α – содержание полезного компонента, доли ед.; ε – интегральный коэффициент извлечения, доли ед.; $C_Р$ – себестоимость добычи полезного ископаемого, р/т. Так как комплексные руды, кроме основного, содержат от одного до нескольких попутных полезных компонентов, то в формуле (5.1) требуется учитывать содержание, потери и засорение по всем компонентам. Коэффициенты потерь и засорения многокомпонентных руд можно определить: $$П_К = \frac{Q_Б \cdot \alpha_{У(Б)} - Q_Д \cdot \alpha_{У(Д)}}{Q_Б \cdot \alpha_{У(Б)}} = 1 - \frac{Q_Д}{Q_Б} \cdot \frac{\alpha_{У(Д)}}{\alpha_{У(Б)}} = 1 - \varepsilon_{ПШ} \cdot \frac{\alpha_{У(Д)}}{\alpha_{У(Б)}}$$ $$Р_К = \frac{\alpha_{У(Б)} - \alpha_{У(Д)}}{\alpha_{У(Б)}} = 1 - \frac{\alpha_{У(Д)}}{\alpha_{У(Б)}}$$ где $П_К$, $Р_К$ – комплексные коэффициенты потерь и засорения;

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		$Q_Б$, $Q_Д$ – объем балансовых запасов и добытого п.и.; $\alpha_{У(Д)}$, $\alpha_{У(Б)}$ – условное содержание полезных компонентов в добытой сырой руде и балансовых запасах блока, доли ед.; $\varepsilon_{ПИ} = (1 - П)$ – коэффициент извлечения полезного ископаемого из недр, доли ед.; $П$ – коэффициент потерь по результатам решения задачи 4. Условное содержание компонентов в балансовых запасах $$\alpha_{У(Б)} = \alpha_{ОСН(Б)} + \alpha_{ПОП(Б)} \cdot n$$ где $\alpha_{ОСН(Б)}$, $\alpha_{ПОП(Б)}$ – содержание основного и попутного компонента в балансовых запасах. доли ед.; n – коэффициент приведения попутного компонента к основному. Коэффициент приведения $$n = \frac{(Ц_{ПОП} - С_{ПОП})}{(Ц_{ОСН} - С_{ОСН})}$$ где $Ц_{ПОП}$, $Ц_{ОСН}$ – цена попутного и основного компонента соответственно, р/т; $С_{ПОП}$, $С_{ОСН}$ – затраты на добычу 1 т полезного компонента, р/т.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		Так как содержание полезных компонентов в руде различно, то затраты на добычу 1 т каждого из них определяются условно: $$C_{ОСН} = \frac{C_P}{\alpha_{ОСН(Б)}},\ C_{ПОП} = \frac{C_P}{\alpha_{ПОП(Б)}}$$ где C_P – себестоимость 1 т руды; $\alpha_{ОСН(Б)}$, $\alpha_{ПОП(Б)}$ – содержание основного и попутного компонента в балансовых запасах, доли ед. Аналогично определяем условное содержание компонентов в сырой руде: $$\alpha_{У(Д)} = \alpha_{ОСН(Д)} + \alpha_{ПОП(Д)} \cdot n$$ Для определения $\alpha_{ОСН(Д)}$ и $\alpha_{ПОП(Д)}$ можно использовать результаты расчетов коэффициентов засорения в задаче 4. $$\alpha_{ОСН(Д)} = \alpha_{ОСН(Б)} \cdot (1 - P)$$ $$\alpha_{ПОП(Д)} = \alpha_{ПОП(Б)} \cdot (1 - P)$$ Определенные вышеизложенным способом коэффициенты потерь и засорения комплексной руды должны быть оценены с точки зрения экономических последствии. Показатель экономических последствий потерь и засорения многокомпонентных руд с учетом изложенного можно определить:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства

$$Э = \frac{1-П_К}{1-Р_К}\left[\alpha_{У(Б)} \cdot Ц_{ОСН} \cdot (1-П_К)\cdot(1-Р_К) - С_Р \cdot \frac{1-П_К}{1-Р_К}\right] \quad (5.8)$$

Следовательно, при различных положениях границы рабочего блока по ширине, различными окажутся и коэффициенты потерь, засорения и экономические последствия. Оптимальной шириной блока будет та, при которой показатель экономических последствий максимальный.

Результаты расчетов вместе с исходными данными последовательно заносим в табл.5.2

Таблица 5.2 - Расчет показателей экономических последствий

потерь и засорения

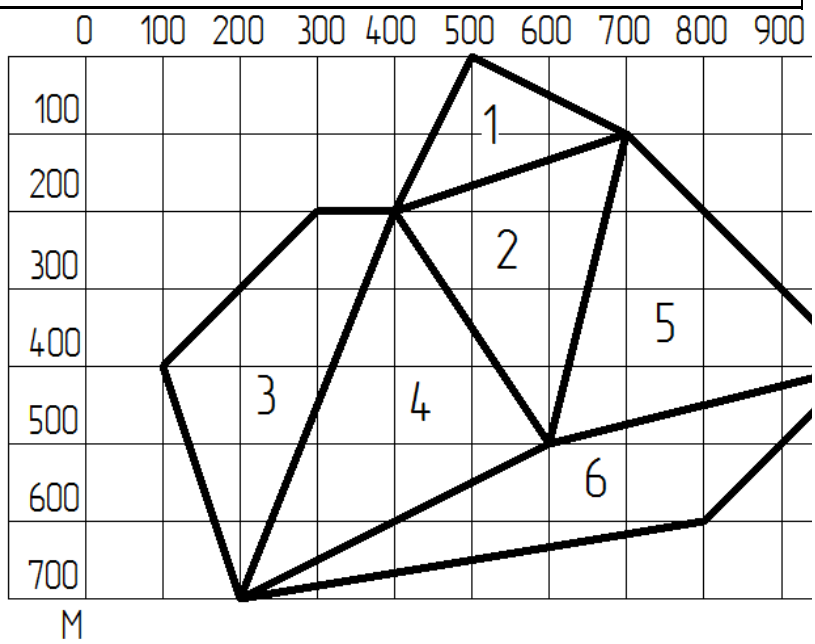
раницы ка	$\alpha_{осн(б)}$, доли ед.	**n**	$\alpha_{у(б)}$, доли ед.	$\alpha_{осн(д)}$, доли ед.	$\alpha_{поп(д)}$, доли ед.	$\alpha_{у(д)}$, доли ед.	**$П_к$,** доли ед.	**Р** до е

Практическая работа №6
«Определение границ залежи при вовлечении в разработку бедных руд»

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		Определить границы залежи медной руды в поперечном сечении месторождения (рис.6.1). Цена меди в руде при содержании ее $\alpha = 3-8$% составляет 11640 р/т; при содержании $\alpha = 1-3$ % цена 10600 р/т; при содержании $\alpha = 0{,}5-1$ % цена 7400 р/т. Средний коэффициент извлечения полезного ископаемого при добыче составляет 0,92. Удельные затраты на добычу и обогащение 1 т руды $C = 130$ р/т. Среднее по отдельным участкам залежи содержание меди указано в табл. 6.1.

Таблица 6.1 - Содержание меди в залежи

частка залежи рис. 1.6)	Содержание по вариантам, %							
	0	1	2	3	4	5	6	7
1	4,0	4,2	4,4	4,0	4,2	4,2	4,0	4,0
2	2,0	1,8	1,6	2,4	2,2	2,0	1,8	2,6
3	0,6	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,5
4	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6
5	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4
6	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		 Рис. 6.1 Схема поперечного сечения месторождения медной руды: 1,2... - номера участков залежи Ниже предложенная методика решения задачи используется при обосновании вовлечения в разработку бедных однокомпонентных руд, что является одной из задач комплексного использования недр. Решается задача экономическим обоснованием размеров залежи, включающей участки бедных руд. Критерием оценки целесообразности прирезки бедных участков является ценность руды: $Z = Ц \cdot \overline{\alpha} \cdot \varepsilon$ где Z – ценность руды, р/т; $Ц$ – цена полезного компонента в руде, р/т;

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		$\varepsilon = 0{,}92$ – коэффициент извлечения полезного ископаемого, доли ед.; $\overline{\alpha}$ – среднее содержание полезного компонента в руде, доли ед. Условие прирезки новых участков бедных руд $$Z \geq C$$ где C - себестоимость добычи и обогащения руды, р/т. Для решения задачи требуется: 1. Выполнить чертеж поперечного сечения месторождения в масштабе 1: 10000. 2. Последовательно (в соответствии с номерами) наметить варианты границ залежи: - вариант 1 включает участок 1; - вариант 2 включает участки 1 и 2; - вариант 3 включает участки 1,2 и 3; - вариант 4 включает участки 1,2,3 и 4; - вариант 5 включает участки 1,2,3,4 и 5; - вариант 6 включает участки 1,2,3,4,5 и 6. 3. Для каждого варианта определяем среднее содержание в намеченных границах залежи: $$\overline{\alpha} = \frac{\sum \alpha_i \cdot F_i}{\sum F_i}$$ где $\overline{\alpha}$ – содержание меди в каждом участке, включенном

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства

в контур залежи по рассматриваемому варианту, %;

F_i – объем каждого участка, м^3.

4. Для каждого варианта контуров залежи определяем ценность с учетом изменения $\overline{\alpha}$ и соответствующих цен на медь (формула 47) и полученный результат сравниваем с затратами на добычу и обогащение. При нарушении условия (48) в очередном рассматриваемом варианте целесообразными границами залежи считаем границы предшествующего варианта.

Результаты расчетов заносим в таблицу 6.2.

Таблица 6.2 - Ценность руды по вариантам границ залежи

стки ежи	Площадь участков, F, м^2	Содер-жание α, %	Среднее содержание $\overline{\alpha}$, %	Цена * меди в руде, Ц, р/т	Ценност руды, Z р/т
1					
1 2					
1 2 3					
1 2 3 4					

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения		Оценочные средства							
		5		1 2 3 4 5						
		6		1 2 3 4 5 6						
				* - определяется по среднему содержанию; ** - в примечании отметить соответствие результатов расчета Z условию (48) ($Z < C$ или $Z > C$						

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Управление качеством рудопотока на открытых горных работах» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 3 теоретических вопроса.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.