

**Приложение 2 к РПД Обогащение полезных ископаемых**  
**Специальность- 21.05.04 Горное дело**  
**специализация: №3 Открытые горные работы**  
**Форма обучения – очная**  
**Год набора - 2014**

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ**  
**АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**1. Общие сведения**

|    |                     |                                                       |
|----|---------------------|-------------------------------------------------------|
| 1. | Кафедра             | Горного дела, наук о Земле и<br>природообустройства   |
| 2. | Специальность       | 21.05.04 Горное дело<br>специализация                 |
| 3. | Специализация       | <b>№3 Открытые горные работы</b>                      |
| 4. | Дисциплина (модуль) | <b>Б1.В.ДВ.4.1 Обогащение полезных<br/>ископаемых</b> |
| 5. | Форма обучения      | <b>очная</b>                                          |
| 6. | Год набора          | 2014                                                  |

**1. Перечень компетенций**

|                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| – владением основными принципами технологий эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов (ПК-3). |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 2. Критерии и показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования

| Этап формирования компетенции<br>(разделы, темы дисциплины)                    | Формируемая компетенция | Критерии и показатели оценивания компетенций                                                                                                                              |                                                                                                                                                               |                                                                           | Формы контроля сформированности компетенций |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
|                                                                                |                         | Знать:                                                                                                                                                                    | Уметь:                                                                                                                                                        | Владеть:                                                                  |                                             |
| 1. Цель и задачи обогащения минерального сырья.                                | (ПК-3)                  | роль и задачи процессов обогащения при их переработке;показатели, характеризующие процессы обогащения                                                                     | определять задачи процессов обогащения и показатели, характеризующие эти процессы                                                                             |                                                                           | Устный опрос на понимание терминов          |
| 2.Физико-химические свойства минералов. Технологические показатели обогащения. | (ПК-3)                  | основныехарактеристики вещественного состава полезных ископаемых;технологические свойства минералов;основныетехнологи ческие схем рудного и нерудного минерального сырья. | классифицировать процессы обогащения полезных ископаемых; определять технологические показатели обогащения полезных ископаемых; читать технологические схемы. | основами теории разделения минералов; навыками решения практических задач | Устный опрос на понимание терминов,         |

|                                                 |        |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                            |                                                                                                                            |                                                                         |
|-------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 3.Классификация и грохочение руд по крупности.  | (ПК-3) | технологическое назначение процессов разделения руд по крупности;закономерности свободного и стеснённого падения частиц в водной и воздушной средах;типыгрохотови классификаторов                                                                                      | определять эффективность процессов грохочения и классификации, и характеристики крупности руды;                                                            | навыками решения практических задач по определению гранулометрического состава минерального сырья                          | Устный опрос на понимание терминов,                                     |
| 4. Дробление и измельчение                      | (ПК-3) | назначение и классификацию процессов дробления и измельчения;стадии дробления и измельчения;классификацию и особенности конструкций дробилок и мельниц; Роль. характеристика вспомогательного оборудования для дробления.                                              | определять схемы дробления и измельчения, режимы работы мельницы; рассчитывать эффективность дробильно-измельчающего оборудования и циркулирующую нагрузку | основными гипотезами дробления руд и методами изменения крупности руд.                                                     | Устный опрос на понимание терминов                                      |
| 5. Гравитационное обогащение минерального сырья | (ПК-3) | общую характеристику и классификацию гравитационных методов обогащения; разделение минералов в тяжёлых жидкостях и суспензиях, процессыотсадкииобогашения на концентрационных столах, винтовых сепараторах, в желобах, шлюзах; конструкции аппаратов, используемых для | рассчитывать эффективность работы аппаратов, используемых для гравитационного обогащения.                                                                  | процессами разделения частиц в вертикальном потоке жидкости и в потоках малой толщины; навыками решения практических задач | Устный опрос на понимание терминов Доклад с презентацией; решение задач |

|                                    |        |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                  |                                                                                                          |                                                                           |
|------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
|                                    |        | гравитационного обогащения.                                                                                                                                                                   |                                                                                                                  |                                                                                                          |                                                                           |
| 6. Магнитные методы обогащения     | (ПК-3) | магнитные свойства минералов; физические основы методов магнитной сепарации для различных видов минерального сырья; основные элементы сепараторов для обогащения сильно- и слабомагнитных руд | рассчитывать эффективность работы аппаратов, используемых для обогащения руд с применением магнитных методов     | процессами разделения частиц с использованием магнитных методов; навыками решения практических задач     | Устный опрос на понимание терминов, решение задач; Доклад с презентацией; |
| 7. Электрические методы обогащения | (ПК-3) | физические основы методов электрической сепарации и способы зарядки частиц. классификацию сепараторов для обогащения различных типов руд                                                      | рассчитывать эффективность работы аппаратов, используемых для обогащения руд с применением электрических методов | процессами разделения частиц с использованием электрических методов; навыками решения практических задач | Устный опрос на понимание терминов                                        |
| 8. Флотация.                       | (ПК-3) | физико-химические основы процесса флотации минерального сырья; флотореагенты, используемые при флотации; основные типы флотомашин и особенности их применения.                                | определять состав основных типов собирателей, пенообразователей, активаторов, депрессоров и регуляторов среды    | основными приемами при флотации апатитовых, апатит-нефелиновых, железных и медно-никелевых руд, навыками | Устный опрос на понимание терминов<br>Доклад с презентацией;              |

|                                         |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                     |                                                                                                          |                                     |
|-----------------------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
|                                         |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                     | шения<br>практических<br>задач                                                                           |                                     |
| 9. Воздушное и хвостовое хозяйство.     | (ПК-3) | способы очистки атмосферного воздуха; системы вентиляции зданий обогатительных фабрик; системы хвостового хозяйства. схемы заполнения хвостохранилищ; условия применения сжатого воздуха на обогатительных фабриках; классификацию машин для сжатия и подачи воздуха; методы транспортировки и укладка хвостов в отвал; основные сведения по проектированию хвостового хозяйства обогатительных фабрик | определять нормы воздухопотребления на обогатительных фабриках; выбирать места под хвостохранилище; способы наращивания дамб в процессе эксплуатации хвостохранилищ | методами расчета потребной общей емкости хвостохранилища, удаления осветленной воды из хвостовых прудов; | Устный опрос на понимание терминов  |
| 10. Вспомогательные процессы обогащения | (ПК-3) | процессы обезвоживания продуктов обогащения (сгущение, фильтрование, сушка), очистки сточных вод и оборотного водоснабжения; методы контроля и опробование технологического процесса; методы пылеулавливания и кондиционирования оборотных вод                                                                                                                                                         | определять эффективность процессов обезвоживания                                                                                                                    | методами контроля и опробование технологического процесса; навыками решения практических задач           | Устный опрос на понимание терминов; |
| 11. Виды перемещения руды на            | (ПК-3) | пневматический транспорт                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | определять эффективность                                                                                                                                            | видами контроля                                                                                          | Устный опрос на                     |

|                                       |        |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                |                                                                                                                     |                                                                              |
|---------------------------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| обогажительных фабриках.              |        | обогажительных фабрик; схемы пневмотранспортных установок; гидравлический транспорт материалов; схемы гидротранспортных установок                                                                                                      | ность процессов транспортирования продуктов обогащения                         | на обогажительных фабриках; методиками расчета пневмотранспортных установок                                         | понимание терминов                                                           |
| 12. Проблема качества добываемых руд. | (ПК-3) | методы предконцентрации руд; основные типы усреднительных складов обогажительных фабрик; основные методы радиометрического обогащения руд; конструктивные особенности установок крупнопорционной сортировки и покусковой сепарации руд | рассчитывать показатели, определяющие эффективность радиометрической сепарации | навыками определения возможности реализации процессов управления качеством руд; навыками решения практических задач | Устный опрос на понимание терминов<br>Доклад с презентацией;<br>тестирование |

### 3. Критерии и шкалы оценивания

#### 3.1.Тест

|                                    |       |       |        |
|------------------------------------|-------|-------|--------|
| Процент правильных ответов         | До 60 | 61-80 | 81-100 |
| Количество баллов за решенный тест | 0,5   | 1     | 2      |

#### 3.2.Устный опрос на понимание терминов

|                                    |       |       |        |
|------------------------------------|-------|-------|--------|
| Процент правильных ответов         | До 60 | 61-80 | 81-100 |
| Количество баллов за решенный тест | 0,2   | 0,6   | 1      |

#### 3.3.Решение задач

2 баллов выставляется, если студент решил все рекомендованные задачи, правильно изложил все варианты их решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

1,5 балла выставляется, если студент решил не менее 70% рекомендованных задач, правильно изложил все варианты решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

1 балл выставляется, если студент решил не менее 60% рекомендованных задач, правильно изложил все варианты их решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

0 баллов - если студент выполнил менее 50% задания, и/или неверно указал варианты решения.

#### 3.4.Критерии оценки выступление студентов с докладом

| Баллы | Характеристики ответа студента                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2     | <ul style="list-style-type: none"><li>- студент глубоко и всесторонне усвоил проблему;</li><li>- уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li><li>- опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью;</li><li>- умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li><li>- делает выводы и обобщения;</li><li>- свободно владеет понятиями</li></ul>                         |
| 1,5   | <ul style="list-style-type: none"><li>- студент твердо усвоил тему, грамотно и по существу излагает ее, опираясь на знания основной литературы;</li><li>- не допускает существенных неточностей;</li><li>- увязывает усвоенные знания с практической деятельностью;</li><li>- аргументирует научные положения;</li><li>- делает выводы и обобщения;</li><li>- владеет системой основных понятий</li></ul>                                                                                 |
| 1     | <ul style="list-style-type: none"><li>- тема раскрыта недостаточно четко и полно, то есть студент освоил проблему, по существу излагает ее, опираясь на знания только основной литературы;</li><li>- допускает несущественные ошибки и неточности;</li><li>- испытывает затруднения в практическом применении знаний;</li><li>- слабо аргументирует научные положения;</li><li>- затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li><li>- частично владеет системой понятий</li></ul> |

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>0</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- студент не усвоил значительной части проблемы;</li> <li>- допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении ее;</li> <li>- испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>- не может аргументировать научные положения;</li> <li>- не формулирует выводов и обобщений;</li> <li>- не владеет понятийным аппаратом</li> </ul> |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4. 4.5. Презентация (критерии оценки презентации)

| Структура презентации                                                                         | Максимальное количество баллов |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| <b>Содержание</b>                                                                             |                                |
| Сформулирована цель работы                                                                    | 0,2                            |
| Понятны задачи и ход работы                                                                   | 0,2                            |
| Информация изложена полно и четко                                                             | 0,2                            |
| Иллюстрации усиливают эффект восприятия текстовой части информации                            | 0,2                            |
| Сделаны выводы                                                                                | 0,2                            |
| <b>Оформление презентации</b>                                                                 |                                |
| Единый стиль оформления                                                                       | 0,2                            |
| Текст легко читается, фон сочетается с текстом и графикой                                     | 0,2                            |
| Все параметры шрифта хорошо подобраны, размер шрифта оптимальный и одинаковый на всех слайдах | 0,2                            |
| Ключевые слова в тексте выделены                                                              | 0,2                            |
| <b>Эффект презентации</b>                                                                     |                                |
| Общее впечатление от просмотра презентации                                                    | 0,2                            |
| <b>Мах количество баллов</b>                                                                  | <b>2</b>                       |

*5. Типовые контрольные задания и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы*

#### 4.1. Типовое тест задание

Тест-билет по проверке остаточных знаний по дисциплине  
«Обогащение полезных ископаемых»

##### Вариант

| № п/п | Задание                                                                                              | Возможные ответы                                                                                                                                                                                                             |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | Какая из классификаций полезных ископаемых является более общей?                                     | 1. Рудные и нерудные полезные ископаемые.<br>2. Металлические и неметаллические.<br>3. Негорючие и горючие.<br>4. Твёрдые, жидкие и газообразные.                                                                            |
| 2.    | Какие свойства полезных ископаемых определяют возможность получения высококачественных концентратов? | 1. Содержание полезных компонентов в руде.<br>2. Контрастность свойств разделяемых минералов.<br>3. Вкрапленность выделяемых минералов.<br>4. Степень раскрытия выделяемых минералов и отличие их технологических свойств от |

|     |                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                                                                                                        | сопутствующих минералов.                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 3.  | Какую из подготовительных операций называют грохочением?                                               | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разделение материала по плотности минералов.</li> <li>2. Разделение по форме минеральных частиц.</li> <li>3. Разделение по равнопадаемости частиц.</li> <li>4. Разделение по крупности частиц.</li> </ol>                                                   |
| 4.  | Где образуются области минимального давления жидкости при обтекании ею шарообразного тела?             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перед телом.</li> <li>2. За телом.</li> <li>3. У «экватора»</li> <li>4. Вблизи точек разветвления потока.</li> </ol>                                                                                                                                        |
| 5.  | Какие из дробилок используются для мелкого дробления руды?                                             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Щековые с простым движением щеки.</li> <li>2. Щековые со сложным движением щеки.</li> <li>3. Конусные, в том числе инерционные.</li> <li>4. Валковые.</li> <li>5. Ударного действия.</li> </ol>                                                             |
| 6.  | Цель поверочного грохочения (классификации) при дроблении (измельчении)?                               | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уменьшить количество материала, подвергаемого дроблению (измельчению).</li> <li>2. Получить продукт заданной крупности.</li> <li>3. Уменьшить переизмельчение руды.</li> <li>4. Получить продукт не крупнее заданного и снизить переизмельчение.</li> </ol> |
| 7.  | Какой из перечисляемых факторов является основным при подъёме шаров в барабане вращающейся мельницы?   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сила трения между шарами и футеровкой.</li> <li>2. Центробежная сила.</li> <li>3. Подпор шаров шарами, находящимися в нижних квадрантах барабана.</li> <li>4. Увеличение шаровой нагрузки.</li> </ol>                                                       |
| 8.  | Цель промывки руды?                                                                                    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разрыхление и удаление лёгких минералов.</li> <li>2. Разрыхление.</li> <li>3. Разрыхление и удаление глинистых шламов.</li> </ol>                                                                                                                           |
| 9.  | Что способствует улучшению обогащения руды в суживающихся желобах по сравнению с неподвижными шлюзами? | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Увеличение скорости потока.</li> <li>2. Увеличение высоты потока на конце жёлоба.</li> <li>3. Увеличение наклона жёлоба.</li> <li>4. Увеличение содержания твёрдого в пульпе.</li> </ol>                                                                    |
| 10. | Какой из факторов является основным при разрыхлении материала на деке концентрационного стола?         | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вертикальные пульсации потока воды над рифлями.</li> <li>2. Вертикальные пульсации потока воды в межрифлевом пространстве.</li> <li>3. Колебания деки.</li> </ol>                                                                                           |

|     |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 11. | Что характеризует величина равновесного краевого угла смачивания?                                                       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Величину поверхностной энергии на границе раздела твёрдое тело-жидкость.</li> <li>2. Величину поверхностного натяжения на границе раздела жидкость-газ.</li> <li>3. Смачиваемость поверхности твёрдого тела при его контакте с жидкой и газообразной фазами.</li> </ol> |
| 12. | Когда необходимо закрывать отверстия в диске статора и надимпеллерном стакане всасывающих камер флотомашины «Механобр»? | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. При небольшом потоке пульпы в машину.</li> <li>2. При большом (максимальном) потоке пульпы в машину.</li> </ol>                                                                                                                                                         |
| 13. | Как воздействует магнитное поле на диамагнитные вещества?                                                               | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Втягивает вещество в поле.</li> <li>2. Выталкивает вещество из поля.</li> <li>3. Не оказывает действия.</li> </ol>                                                                                                                                                      |
| 14. | Роль электрического поля при разделении минералов в электрических сепараторах?                                          | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поляризует минералы.</li> <li>2. Сообщает минералам заряды различного знака.</li> <li>3. Изменяет траекторию движения заряженных частиц по сравнению с их движением в отсутствии поля.</li> </ol>                                                                       |
| 15. | В каких случаях применяют барабанные вакуум-фильтры с внутренней фильтрующей поверхностью?                              | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. При фильтрации тонкозернистых пульп.</li> <li>2. При фильтрации крупнозернистых пульп.</li> <li>3. При фильтрации плотных пульп.</li> </ol>                                                                                                                             |

#### **4.2. Типовое задание на понимание терминов**

Ниже приводятся определения важнейших терминов по данной теме. Выберите правильное определение для каждого термина из списка:

1. Структура минеральных агрегатов.
  2. Текстура руды.
  3. Механическая прочность.
  4. Дробимость
  5. Хрупкость.
  6. Твердость.
  7. Гранулометрический состав.
  8. Плотность минералов
  9. Химические свойства минералов.
  10. Подготовительные процессы обогащения полезных ископаемых.
  11. Вспомогательные процессы обогащения.
  12. Выход продукта обогащения
  13. Извлечение
  14. Качественная технологическая схема
  15. Схема цепи аппаратов
  16. Качественная технологическая схема
- a. Характеризует взаимное расположение минеральных агрегатов.
- b. характеризует способность ПИ сопротивляться разрушению под действием динамических напряжений, передаваемых материалу непосредственно дробящими устройствами.
- c. характеризуется свойством минералов и их агрегатов разрушаться при механическом воздействии на них без применения специальных дробящих устройств.
- d. характеризуется количественным распределением зерен ПИ по крупности.
- e. определяется их составом и строением кристаллической решетки.
- f. характеризуются крупностью минералов, формой.
- g. определяет энергетические затраты при их дроблении и измельчении, с целью раскрытия минералов.
- h. процессы разделения материала по крупности, разрушения минеральных комплексов, изменения физических, физико-химических свойств и химического состава разделяемых минералов.
- i. свойства определяют растворимость минералов в неорганических растворителях и возможность применения гидрометаллургических процессов в технологических схемах ОПИ.
- j. процессы обезвоживания, обеспыливания, кондиционирования оборотных вод и очистки сточных вод.
- k. характеризует способность тела противодействовать проникновению в него другого, более твердого тела.
- l. отношение массы полученного продукта к массе переработанного исходного сырья.
- m. графическое изображение последовательности технологических операций при ОПИ, содержащая информацию о качественных изменениях ПИ в процессе его переработки и режиме осуществления отдельных технологических операций.
- n. отношение массы компонента в продукте к массе того же компонента в исходном полезном ископаемом.
- o. графическое изображение последовательности технологических операций при ОПИ, содержащая информацию об используемом при обогащении оборудовании.
- p. графическое изображение последовательности технологических операций при ОПИ, содержащая количественные данные о распределении ПИ и его ЦК-ов по

отдельным технологическим операциям в ед. массы и в процентах от исходной руды/

**Ключ:** 1-f, 2-a, 3-g, 4-b, 5-c, 6-k, 7-d, 8-e, 9-i, 10-h, 11-j, 12-l, 13-n, 14-m, 15-o, 16-p.

### **5.3. Презентация: алгоритм и рекомендации по созданию презентации**

Алгоритм создания презентации

1 этап – определение цели презентации

2 этап – подробное раскрытие информации,

3 этап - основные тезисы, выводы.

Следует использовать 10-15 слайдов. При этом:

- первый слайд – титульный. Предназначен для размещения названия презентации, имени докладчика и его контактной информации;

- на втором слайде необходимо разместить содержание презентации, а также краткое описание основных вопросов;

- все оставшиеся слайды имеют информативный характер.

Обычно подача информации осуществляется по плану: тезис – аргументация – вывод.

#### **Рекомендации по созданию презентации:**

1. Читабельность (видимость из самых дальних уголков помещения и с различных устройств), текст должен быть набран 24-30-ым шрифтом.
2. Тщательно структурированная информация.
3. Наличие коротких и лаконичных заголовков, маркированных и нумерованных списков.
4. Каждому положению (идее) надо отвести отдельный абзац.
5. Главную идею надо выложить в первой строке абзаца.
6. Использовать табличные формы представления информации (диаграммы, схемы) для иллюстрации важнейших фактов, что даст возможность подать материал компактно и наглядно.
7. Графика должна органично дополнять текст.
8. Выступление с презентацией длится не более 10 минут.

### **5.4 Пример решения задачи на тему: «Определение технологических показателей обогащения»**

#### **Методические указания**

**Технологические** результаты обогащения того или иного полезного ископаемого нельзя оценить при помощи одного какого-либо показателя. Необходимо учитывать несколько основных показателей, характеризующих процесс обогащения в целом. К основным показателям относят: **содержание компонента** в исходном сырье; **выход** продуктов обогащения; **извлечение** компонентов в продукты обогащения и **качество продуктов обогащения**.

**Содержанием компонента** называется отношение массы компонента к массе продукта, в котором он находится. Содержание компонентов обычно определяется химическими анализами и выражается в процентах, долях единицы или для драгоценных металлов в граммах на тонну (г/т). Содержание компонентов принято обозначать греческими буквами:  $\alpha$  — содержание в исходной руде;  $\beta$  — содержание в концентрате, промпродукте или отходах, соответственно.

**Выходом продукта** обогащения называется отношение массы полученного продукта к массе переработанного исходного сырья. Выход выражается в процентах или долях единицы и обозначается греческой буквой  $\gamma$ .

**Извлечением** компонента в продукт обогащения называется отношение массы компонента в продукте к массе того же компонента в исходном полезном ископаемом. Извлечение выражается обычно в процентах или долях единицы и обозначается греческой буквой  $\varepsilon$ . Извлечение полезного компонента в концентрат характеризует полноту его перехода в этот продукт в процессе обогащения.

Качество продуктов определяется содержанием ЦК, вредных примесей, грансоставом и должно отвечать требованиям, предъявляемым потребителем. Требования к качеству концентратов называются кондициями и регламентируются ГОСТами, ТУ и временными нормами.

Все технологические показатели обогащения взаимосвязаны. Поэтому, зная значения одних, можно расчетным путем получить значения других. Если нам известно содержание полезного компонента в исходном сырье и продуктах обогащения, то можно подсчитать выходы продуктов обогащения, извлечение полезного компонента в концентрат и т.д.

Если обозначим массу исходного сырья  $Q_{исх}$ , массу полученных продуктов обогащения концентрата  $Q_K$  и отходов - хвостов  $Q_{хв}$ , то выход концентрата  $\gamma_K$  (%) и отходов  $\gamma_{хв}$  (%) можно определить по формулам:

$$\gamma_K = 100 \frac{Q_K}{Q_{исх}}; \gamma_{хв} = 100 \frac{Q_{хв}}{Q_{исх}}$$

Так как сумма выходов конечных продуктов обогащения равна выходу исходного сырья, принимаемому обычно за 100 %, можно составить баланс переработанного материала (для концентрата и отходов):

$$Q_{исх} = Q_K + Q_{хв} \text{ или } \gamma_{исх} = \gamma_K + \gamma_{хв}.$$

Зная, что  $\gamma_{исх} = 100$  %, запишем  $\gamma_K + \gamma_{хв} = 100$ .

Суммарная масса ценного компонента в продуктах обогащения должна соответствовать массе его в исходном сырье. Это условие принято называть балансом ценного компонента:

Суммарная масса ценного компонента в продуктах обогащения должна соответствовать массе его в исходном сырье. Это условие принято называть балансом ценного компонента:

$$100\alpha = \gamma_K\beta + \gamma_{хв}\Theta,$$

где извлечение полезного компонента в концентрат  $\varepsilon_K$  (%) определяется по формуле

$$\varepsilon = \frac{\beta\gamma_K}{\alpha} \text{ или } \varepsilon = \frac{\beta}{\alpha} \cdot \frac{\alpha - \Theta}{\beta - \Theta} 100.$$

Из уравнения баланса следует, что

$$\gamma_K = \frac{\alpha - \Theta}{\beta - \Theta} 100$$

**Пример 1.** Определить выход хвостов и извлечение в концентрат полезного компонента, если при обогащении 0,5%-ной руды получают 3,5%-ной концентрат и 0,2%-ные хвосты.

▲ Запишем уравнение баланса

$$\begin{aligned} 100\alpha &= \gamma_K\beta + \gamma_{хв}\Theta = (100 - \gamma_{хв})\beta + \gamma_{хв}\Theta \Rightarrow \gamma_{хв} = \frac{100\alpha - 100\beta}{\Theta - \beta} = \frac{\alpha - \beta}{\Theta - \beta} \cdot 100, \% = \\ &= \frac{0,5 - 3,5}{0,2 - 3,5} \cdot 100 = 90,9\%; \quad \gamma_K = 100 - \gamma_{хв} = 100 - 90,9 = 9,1\%; \quad \varepsilon_K = \frac{\gamma_K \cdot \beta}{\alpha} = \frac{9,1 - 3,5}{0,2} = 28\% \end{aligned}$$

▲

## Примерные вопросы к экзамену

1. Цель и задачи обогащения минерального сырья.
2. Физико-химические свойства минералов, используемые при их разделении.
3. Основные методы обогащения минерального сырья.
4. Уравнение баланса и формулы выходов продуктов обогащения и извлечения в них полезного компонента.
5. Качественная технологическая схема обогащения и ее параметры.
6. Количественная технологическая схема обогащения и ее параметры.
7. Вводно-шламовая технологическая схема обогащения и ее параметры.
8. Схема цепи аппаратов и ее параметры.
9. Как определяются и выражаются классы крупности руды?
10. Что такое характеристика крупности? Как строятся частные и суммарные характеристики крупности?
11. С какой целью осуществляется грохочение при дроблении? Как подразделяются грохоты в зависимости от движения просеивающей поверхности?
12. Что представляет собой число Рейнольдса и как оно используется при определении скорости падения частиц в жидкости?
13. Какой процесс подготовки минерального сырья называют дроблением и для чего его осуществляют? Степень и стадии дробления.
14. Схемы дробления. Предварительное и поверочное грохочение при дроблении руды. Виды дробилок.
15. Измельчение руд и типы измельчительного оборудования.
16. Что такое циркулирующая нагрузка и как она выражается? Влияние циркулирующей нагрузки на эффективность измельчения руды.
17. Область применения скруббера от бутары и их различия.
18. Основные методы гравитационного обогащения.
19. Отсадка и принцип действия отсадочной машины.
20. Тяжелосредная сепарация и основные принципы ее реализации.
21. Оборудование для реализации гравитационного обогащения руд-винтовой сепаратор, концентрационный стол, шлюз.
22. Свойства минералов, используемые при их флотационном разделении. Разновидности флотационного процесса, их различия и преимущества.
23. Виды реагентов, используемых при флотации – собиратели, активаторы, депрессоры и регуляторы среды, их роль при флотации.
24. Магнитные свойства твёрдых тел. Классификация минералов по их магнитным свойствам. Цель и задачи обогащения минерального сырья. Методы магнитной сепарации.
25. Электрические свойства минералов, используемых при электрической сепарации.
26. Специальные методы обогащения полезных ископаемых.
27. Обезвоживание, сгущение; основные типы аппаратов, их отличия.
28. Фильтрация. Основные виды фильтров, их особенности.
29. Сушка. Основные виды сушилок.
30. Требования к сочным водам при их удалении в водоёмы. Хвостохранилища; их назначение.
31. Очистка сточных вод. Необходимость применения оборотного водоснабжения.
32. Пылеулавливание.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ.**  
**ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА**  
**21.05.04 Горное дело**  
**специализация №3 Открытые горные работы**  
(код, направление, профиль)

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

|                                         |                                                  |                                 |                                                   |                              |                                               |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------|
| Шифр дисциплины по РУП                  |                                                  |                                 | Б1.В. ВД.4.1                                      |                              |                                               |
| Дисциплина                              |                                                  | Обогащение полезных ископаемых  |                                                   |                              |                                               |
| Курс                                    | 2                                                | семестр                         | 4                                                 |                              |                                               |
| Кафедра                                 | Горного дела, наук о Земле и природообустройства |                                 |                                                   |                              |                                               |
| Ф.И.О. преподавателя, звание, должность |                                                  |                                 | Терещенко Сергей Васильевич, д.т.н., зав.кафедрой |                              |                                               |
|                                         |                                                  |                                 |                                                   |                              |                                               |
| Общ. трудоемкость <sub>час/ЗЕТ</sub>    |                                                  | 144/4                           | Кол-во семестров                                  | 1                            | Интерактивные формы <sub>общ./тек. сем.</sub> |
|                                         |                                                  |                                 |                                                   |                              | 30/30                                         |
| ЛК <sub>общ./тек. сем.</sub>            | 30/30                                            | ПР/СМ <sub>общ./тек. сем.</sub> | 44/44                                             | ЛБ <sub>общ./тек. сем.</sub> | Форма контроля                                |
|                                         |                                                  |                                 |                                                   | Экзамен                      |                                               |

- владением основными принципами технологий эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов (ПК-3).

| Код формируемой компетенции | Содержание задания                        | Количество мероприятий | Максимальное количество баллов | Срок предоставления              |
|-----------------------------|-------------------------------------------|------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Вводный блок                |                                           |                        |                                |                                  |
| Не предусмотрен             |                                           |                        |                                |                                  |
| Основной блок               |                                           |                        |                                |                                  |
| ПК-3                        | Устный опрос на понимание терминов        | 4                      | 12                             | В течение семестра               |
| ПК-3                        | Решение задач                             | 4                      | 12                             | В течение семестра               |
| ПК-3                        | Тестирование                              | 1                      | 24                             |                                  |
| ПК-3                        | Подготовка докладов и презентаций по теме | 1                      | 12                             |                                  |
| Всего:                      |                                           |                        | 60                             |                                  |
| ПК-3                        | Экзамен                                   | Вопрос 1               | 20                             | По расписанию                    |
|                             |                                           | Вопрос 2               | 20                             |                                  |
| Всего:                      |                                           |                        | 40                             |                                  |
| Итого:                      |                                           |                        | 100                            |                                  |
| Дополнительный блок         |                                           |                        |                                |                                  |
| ПК-3                        | Реферат                                   |                        | 5                              | По согласованию с преподавателем |
| Всего:                      |                                           |                        | 5                              |                                  |

Шкала оценивания в рамках балльно-рейтинговой системы МАГУ: «2» - 60 баллов и менее, «3» - 61-80 баллов, «4» - 81-90 баллов, «5» - 91-100 баллов.