

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Забайкальский государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Дектор ФГБОУ ВО «ЗабГУ»



С.А. Иванов

(подпись, ФИО)

апреля 20 22 г.

**Программа вступительного испытания  
по специальности**

**«Обогащение полезных ископаемых»**

**Уровень высшего образования:** подготовка кадров высшей квалификации

**Образовательная программа:** программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

**Группа научных специальностей:** 2.8. Недропользование и горные науки

**Научная специальность:** 2.8.9. Обогащение полезных ископаемых

**Форма обучения:** очная

Чита  
2022

Программа вступительного испытания по специальности разработана для уровня высшего образования - подготовки кадров высшей квалификации, образовательной программы - программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Программа составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021г. №951), номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени (Приказ Минобрнауки России от 24.02.2021г. №118).

Вступительное испытание проводится в форме экзамена по темам и вопросам научной специальности 2.8.9. Обогащение полезных ископаемых, которая является составляющей группы научных специальностей: 2.8. Недропользование и горные науки.

Список вопросов к экзамену отражает перечень основных тем из дисциплин магистерской программы (программы специалитета), базовых положений паспорта научной специальности, что дает возможность оценить качество знаний поступающих.

При проведении вступительного испытания в письменной или в устной формах формируются экзаменационные билеты, содержащие не менее трех вопросов.

Продолжительность вступительного испытания составляет:

- время на письменную подготовку – 60 мин.,
- время на ответ – 10 мин.

Ответ каждого поступающего оценивается экзаменационной комиссией. Решение о выставлении оценки за экзамен принимается голосованием членов экзаменационной комиссии после ответа поступающего.

## Критерии и шкалы оценивания результатов

Для оценивания результатов ответов используется 4-балльная и 100-балльная шкалы.

### Основные виды систем оценивания

100-балльная	4-балльная
94-100	отлично
90-94	
85-89	
80-84	хорошо
75-79	
70-74	
65-69	удовлетворительно
60-64	
55-59	
50-54	неудовлетворительно

Шкала оценивания	Критерии
Отлично	наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме пройденного программного материала, правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы
Хорошо	наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала
Удовлетворительно	наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, уверенно исправляемыми после дополнительных вопросов, необходимость наводящих вопросов, правильные действия по применению знаний на практике
Неудовлетворительно	наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.

## Содержание основных тем

**Тема 1. Геология, технологическая минералогия.** Предмет, задачи, значение геологии. Происхождение земной коры; химический и минералогический состав земной коры; возраст горных пород; геологические процессы; экзогенные процессы; техногенные изменения геологической среды; полезные ископаемые и их месторождения; химические формулы минералов; свойства минералов как функции их конституции; минералогические агрегаты, их строение и формы; основные принципы классификации минералов. Геолого-минералогические факторы, влияющие на технологическую переработку руд. Технологические свойства минералов и руд. Методы исследования минералов и руд. Геолого-технологическое картирование месторождений. Технологическая минералогия на примере отдельных типов руд и месторождений. Типоморфизм минералов и его влияние на обогатимость руд. Типы рудных формаций и их технологические показатели. Роль технологической минералогии в управлении качеством руд и технологическими процессами. Роль технологической в охране среды и комплексного использования минерального сырья.

**Тема 2. Подготовительные процессы обогащения полезных ископаемых.** Гранулометрический состав минерального сырья и продуктов обогащения. Методы определения крупности материала. Характеристика крупности. Уравнения характеристики крупности. Условный и средний диаметры частицы и продукта. Грохоты. Закономерности процесса грохочения (основные параметры, кинетика, факторы влияющие на процесс грохочения) Процессы дробления и измельчения. Теория дробления. Классификация и их характеристика дробильно-размольных машин и устройств. Дезинтеграция полезных ископаемых. Схемы дробления и измельчения. Классификация в водной и воздушной среде. Классификаторы. Гидроциклоны. Типы и конструкции мельниц. Износ шаров в мельнице. Эксплуатация (правила и техника безопасности) грохотов, дробилок, мельниц, дробильно-размольных машин.

**Тема 3. Гравитационные методы обогащения.** Теоретические основы гравитационного обогащения. Промывка. Отсадка. Концентрация на столах. Обогащение на шлюзах и желобах. Обогащение на винтовых сепараторах, центробежных сепараторах. Обогащение в тяжелых суспензиях.

**Тема 4. Флотационные методы обогащения.** Теоретические основы Флотации. Термодинамический анализ возможности прилипания частицы к поверхности раздела жидкость-газ. Флотационные реагенты. Кинетика флотации. Флотационные машины. Практика применения флотационных машин различных типов. Схемы и режимы флотации.

**Тема 5. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения.** Теоретические основы разделения в магнитных и электрических полях. Оборудование для магнитного обогащения. Практика магнитного и электрического обогащения. Пути развития магнитного и электрического обогащения. Классификация и принцип работы магнитных и электрических сепараторов. Подготовка материала к магнитной сепарации. Специальные методы обогащения. Радиометрическая сепарация (теоретические основы, оборудование). Магнитогидростатическая и магнитогидродинамическая сепарация.

**Тема 6. Гидрометаллургическая переработка минерального сырья.** Промышленная классификация металлов. Исходные материалы в металлургии. Способы металлургической переработки рудного сырья. Гидрометаллургические способы получения металлов. Теоретические основы цианирования руд и концентратов. Теоретические основы и практика процессов экстракции. Основы процесса сорбционного выщелачивания. Регенерация угля. Электролиз и получение готовой продукции. Обезвреживание цианидсодержащих хвостов.

**Тема 7. Технология ОПИ.** Схемы обогащения руд. Классификация минералов по флотуемости. Угли. Технологии обогащения углей, горючих сланцев. Технологические особенности переработки руд с высокой естественной

гидрофобностью. Графитовые руды, тальковые руды. Общие положения технологии обогащения полезных ископаемых. Технология переработки руд, содержащих самородные минералы. Технология переработки руд цветных металлов. Технология переработки руд чёрных металлов. Технология переработки руд редких и редкоземельных металлов. Технология переработки алмазных и урановых руд. Технология переработки неметаллических полезных ископаемых.

**Тема 8. Вспомогательные процессы.** Водо-воздушное и хвостовое хозяйство обогатительных фабрик: обезвоживание; пылеулавливание и пылеотделение; водоснабжение обогатительных фабрик; хвостовое хозяйство обогатительных фабрик.

**Тема 9. Очистка сточных вод и рекультивация полигонов.** Очистка сточных вод. Рекультивация разрабатываемых участков.

**Тема 10. Опробование, контроль, анализ продуктов обогащения. Автоматизация процессов и операций.** Понятие о пробах; отбор проб; подготовка проб; система опробования, система контроля и управления технологическими процессами обогащения. Автоматизация поточно-транспортных систем.

## **Вопросы к экзамену**

### **Часть I**

1. Вещественный состав полезных ископаемых
2. Классификация углей. Оценка качества углей по элементному составу с учетом влажности, зольности и общего содержания серы
3. Минералогический состав и методы его определения
4. Влияние текстурно-структурных особенностей строения полезных ископаемых на их обогатимость
5. Гранулометрический состав. Методы его определения

6. Оценка контрастности свойств и обогатимости минеральных комплексов по результатам фракционного анализа
7. Классификация процессов обогащения
8. Разновидности технологических схем: качественные, количественные, водно-шламовые, схемы цепи аппаратов.
9. Операции, циклы, стадии. Стадиальность обогащения.
10. Показатели обогащения.
11. Назначение операции усреднения руд перед их обогащением. Основные критерии усреднения.
12. Способы и технологические схемы усреднения
13. Теоретические основы процессов дробления
14. Типы дробилок и их область применения.
15. Теоретические основы и кинетика процессов измельчения.
16. Типы мельниц и их область применения.
17. Грохочение. Основные закономерности и эффективность грохочения
18. Конструкции и область применения грохотов.

## **Часть II**

19. Теоретические основы и аппараты гидравлической классификации.
20. Теоретические основы процессов дезинтеграции и промывки полезных ископаемых. Типы промывочных машин и их устройство.
21. Радиометрическое обогащение (сущность и технологическое назначение).
22. Теоретические основы, сущность и технологическое назначение процессов гравитационного обогащения
23. Обогащение в тяжелых средах. Виды сред и их технологические свойства
24. Основные конструкции аппаратов и характеристика процессов разделения в тяжелых средах.
25. Теоретические основы обогащения в отсадочных машинах, в крутонаклонных сепараторах (КНС), в шнековых сепараторах, в центробежных концентраторах.

26. Обогащение в потоках воды на наклонной плоскости. Теоретические основы разделения минералов в тонких потоках
27. Теоретические основы и характеристика обогащения на шлюзах, на струйных желобах, концентраторах, винтовых сепараторах.
28. Теоретические основы обогащения на концентрационных столах, на орбитальных шлюзах и концентраторах. Типы и характеристика этого оборудования.
29. Магнитные процессы обогащения.
30. Классификация и общая характеристика магнитных сепараторов
31. Физические основы и характеристика электрического обогащения.
32. Основные конструкции аппаратов и характеристика процессов разделения минералов по электропроводности
33. Физическая сущность и разновидности флотационного процесса. Основы теории минерализации пузырьков при флотации
34. Флотационные реагенты, их классификация и назначение.
35. Основные конструкции и характеристика флотационных машин. Область их применения.
36. Схемы коллективной и селективной флотации при обогащении цветных металлов.

### **Часть III**

37. Характеристика специальных процессов обогащения полезных ископаемых.
38. Теоретические основы растворения и выщелачивания минералов.
39. Оборудование процессов обезвоживания и пылеулавливания. Область применения.
40. Процессы очистки и кондиционирования оборотных вод.
41. Принципиальные схемы оборотного водоснабжения.
42. Исследование поверхностных явлений на границе раздела фаз.
43. Методы моделирования обогатительных процессов.
44. Методы испытания полезных ископаемых на обогатимость.
45. Роль и задачи технологического картирования

46. Усреднение и предконцентрация добываемого минерального сырья.
47. Схемы дробления и измельчения
48. Технологические схемы обогащения апатитовых, фосфоритовых, серных, калийных и борных руд.
49. Технологические схемы и режимы извлечения алмазов.
50. Технологическая характеристика руд цветных металлов
51. Технология переработки россыпей.
52. Комплексность использования сырья и экономическая эффективность обогащения и переработки руд.
53. Технологические схемы и режимы переработки и обогащения коксующихся, энергетических углей и горючих сланцев
54. Обогащительные фабрики, их классификация по обогащаемому сырью и основному процессу обогащения.

**Рекомендуемая литература  
для подготовки к вступительному испытанию**

**Основная литература**

1. Авдохин, В. М. Основы обогащения полезных ископаемых: учебник для вузов: 2 т. / В. М. Авдохин. – М.: МГТУ, – Т. 1: Обогащительные процессы. – 2006. – 417с.
2. Комплексная переработка углей и повышение эффективности их использования: Каталог-справочник / сост. Г. С. Головин, А. С. Малолетнев; под общ. ред. В. М. Щадова. – М.: Трек, 2007. – 292 с.
3. Современная техника и технологии обогащения российских углей: Каталог-справочник / Л. А. Антипенко [и др.]; под ред. В. М. Щадова. – Кемерово: Кузбассполиграфиздат, 2008. – 310 с.
4. Абрамов, А. А. Флотация. Физико-химическое моделирование процессов: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Обогащение полезных ископаемых" направления подгот. "Горн. дело" / А. А. Абрамов.– М.: Горная книга, 2010. – 607с.
5. Верхотуров, М.В. Гравитационные методы обогащения: учеб. для вузов.– М.: МАКС Пресс, 2006. – 352 с.
6. Абрамов, А. А. Флотационные методы обогащения / Т.4: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Обогащение полезных ископаемых». – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: МГТУ, 2008. – 710с.

### Дополнительная литература:

1. Андреев, С. Е. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых: учебник для вузов / С. Е. Андреев, В. М. Зверевич, В. А. Перов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1980. 415 с.
2. Перов, В. А. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых: учеб. пособие для вузов / В. А. Перов, С. Е. Андреев, Л. Ф. Биленко. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1990. 301 с.
3. Справочник по обогащению руд. Подготовительные процессы / под ред. О. С. Богданова, В. А. Олевского. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1982. 366 с.
4. Серго, Е. Е. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых: учебник для вузов / Е. Е. Серго. М.: Недра, 1985. □ 288 с.
5. Шохин, В. Н. Гравитационные методы обогащения.: учебник для вузов/ В. Н. Шохин, А. Г. Лопатин. – 2-е изд.. перераб. и доп. – М.: Недра, 1993. – 349с.
6. Гройсман, С. И. Сборник задач и упражнений по обогащению углей. – М.: Недра, 1992. – 238с.
7. Практикум по обогащению полезных ископаемых / под ред. Н. Г. Бедраня. – М.: Недра, 1991. – 525с.
8. Артюшин, С. П. Проектирование углеобогащительных фабрик.: учеб. пособие для вузов. – М.: Недра, 1974. – 203с.
9. Шахты Кузбасса: Справочник / В. Е. Брагин, [и др.]; под ред. П. В. Егорова, Е. А. Бобера – М.: Недра, 1994. – 352с.
10. Удовицкий, В. И. Моделирование подготовительных и основных процессов переработки каменных углей. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 1998. – 498с.
11. Абрамов, А.А., Флотационные методы обогащения. – М.: Недра, 1984. – 384с.
12. Глембоцкий, В.А., Флотационные методы обогащения. – М.: Недра, 1981. – 304с.
13. Разумов К.А., Флотационный метод обогащения. : Конспект лекций/ ЛГИ им. Г. В. Плеханова. – Л.: ЛГИ, 1975. – 272с.
14. Эйгелес М.А., Основы флотации несulfидных руд. – М.: Недра, 1964 – 407с.
15. Глембоцкий В.А. Аполярные реагенты и их действие при флотации. – М.: Недра, 1968. – 144с.
16. Руденко, К.Г. Обезвоживание и пылеулавливание на обогатительных фабриках: учеб. пособие для вузов / К. Г. Руденко, М. М. Шемаханов. – М.: Недра, 1967. – 370 с.
17. Техника и технология обогащения углей / В.В. Беловолов, [и др.]; под ред. В.А. Чантурия. – М.: Наука, 1995. – 614с.
18. Фоменко, Т.Г. Технология обогащения углей: справ. пособие/ Т.Г. Фоменко,
19. Серго Е. Е. Опробование и контроль технологических процессов обогащения. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, 1979. – 271с.

20. Карпенко Н. В. Опробование и контроль качества продуктов обогащения руд. – М.: Недра, 1987. – 214с.
21. Фоменко Т. Г., Тех-нология обогащения углей / Т. Г. Фоменко, В. С. Бутовицкий, Е. М. Погарцева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1985. – 368 с.
22. Елишевич А. Т. Брикетирование полезных ископаемых: учебник для вузов. – м.: Недра, 1989. – 300 с.
23. Лебедев В. В. Комплексное использование углей./ В. В. Лебедев, В. А. Рубан, М. Я. Шпирт. – М.: Недра, 1980. – 239 с.

**Рекомендации по использованию Интернет ресурсов и других электронных информационных источников:**

1. [www.edu.ru](http://www.edu.ru) федеральный портал Российского образования
2. <http://window.edu.ru/library> - единое окно доступа к образовательным ресурсам
3. <http://www.mpai.ru/> – МЭИ
4. [www.rmpi.ru](http://www.rmpi.ru) - "Высшее горное образование России"

Разработал	Фамилия, имя, отчество	Подпись	Дата
Член предметной экзаменационной комиссии канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой ОПИиВС	Петухова Ирина Ивановна		04.04.2022
Член предметной экзаменационной комиссии канд. техн. наук, доцент кафедры ОПИиВС	Храмов Анатолий Николаевич		04.04.2022