

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИГДнТ
С.Е. Гавришев

25.02.2020 г.

ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Направление подготовки

23.04.02 НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

тифр

наименование направления подготовки

Направленность (профиль) программы

Транспортно-технологические комплексы обогащения минерального сырья и переработки отходов

наименование направленности (профиля) подготовки

Уровень высшего образования – магистратура

Программа подготовки – академическая магистратура

Форма обучения
Очная

Институт

Горного дела и транспорта

Кафедра

Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых

Магнитогорск

2020 г.

Программа государственной итоговой аттестации составлена на основе требований ФГОС ВО по направлению подготовки 23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы, утвержденного приказом МОН РФ от 6 марта 2013 г. № 139.

Программа государственной итоговой аттестации рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых
« 23 » 01 2020 г., протокол № 5.

Зав. кафедрой

/ И.А. Гришин /

Программа государственной итоговой аттестации рассмотрена и утверждена на заседании методической комиссии института горного дела и транспорта

« 25 » 02 2020 г., протокол № 7.

Председатель

/ С.Е. Гавришин /

Программа ГИА составлена доцентом кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых, к.т.н., доцентом

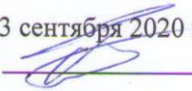
/ Н.В. Федоровой /

Рецензент: Ведущий специалист горно-обогатительного направления
агло-кокса-доменной группы НТЦ ПАО «ММК», канд. техн. наук

/ М.А. Цыгалов /

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от 03 сентября 2020 г. № 1
Зав. кафедрой  И.А. Гришин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ И.А. Гришин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ И.А. Гришин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ И.А. Гришин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ И.А. Гришин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ И.А. Гришин

1. Общие положения

Государственная итоговая аттестация проводится государственными экзаменационными комиссиями в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися образовательных программ соответствующим требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Магистр по направлению подготовки 23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы должен быть подготовлен к решению профессиональных задач в соответствии с направленностью (профилем) образовательной программы Транспортно-технологические комплексы обогащения минерального сырья и переработки отходов и видам профессиональной деятельности:

- научно-исследовательская;
- проектно-конструкторская;
- производственно-технологическая;
- организационно-управленческая.

В соответствии с видами и задачами профессиональной деятельности выпускник на государственной итоговой аттестации должен показать соответствующий уровень освоения следующих компетенций:

- способностью к абстрактному мышлению, обобщению, анализу, систематизации и прогнозированию (ОК-1);
- способностью действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения (ОК-2);
- способностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);
- способностью свободно пользоваться государственным языком Российской Федерации и иностранным языком, как средствами делового общения (ОК-4);
- способностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом (ОК-5);
- способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов обогащения минерального сырья и переработки отходов (ОК-6);
- способностью формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки (ОПК-1);
- способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы (ОПК-2);
- способностью использовать иностранный язык в профессиональной сфере (ОПК-3);
- способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач, в том числе при решении нестандартных задач, требующих глубокого анализа их сущности с естественнонаучных позиций (ОПК-4);
- готовностью к постоянному совершенствованию профессиональной деятельности, принимаемых решений и разработок в направлении повышения безопасности (ОПК-5);
- способностью владеть полным комплексом правовых и нормативных актов в сфере безопасности, относящихся к виду и объекту профессиональной деятельности (ОПК-6);

- способностью работать с компьютером, как средством управления информацией, в том числе в режиме удаленного доступа, способностью работать с программными средствами общего и специального назначения (ОПК-7);

- способностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-8);

- способностью анализировать состояние и динамику развития наземных транспортно-технологических машин, их технологического оборудования и комплексов на их базе (ПК-1);

- способностью осуществлять планирование, постановку и проведение теоретических и экспериментальных научных исследований по поиску и проверке новых идей совершенствования наземных транспортно-технологических машин, их технологического оборудования и создания комплексов на их базе (ПК-2);

- способностью формулировать цели проекта, критерии и способы достижения целей, определять структуры их взаимосвязей, выявлять приоритеты решения задач при производстве и модернизации наземных транспортно-технологических машин, их технологического оборудования и комплексов на их базе (ПК-3);

- способностью разрабатывать варианты решения проблемы производства наземных транспортно-технологических машин, анализировать эти варианты, прогнозировать последствия, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределенности (ПК-4);

- способностью создавать прикладные программы расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических машин (ПК-5);

- способностью разрабатывать, с использованием информационных технологий, проектную документацию для производства новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования (ПК-6);

- способностью разрабатывать технические условия на проектирование и составлять технические описания наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования (ПК-7);

- способностью выбирать критерии оценки и сравнения проектируемых узлов и агрегатов с учетом требований надежности, технологичности, безопасности и конкурентоспособности (ПК-8);

На основании решения Ученого совета университета от 27.02.2019 (протокол № 2) государственные аттестационные испытания по направлению подготовки 23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы проводятся в форме:

— государственного экзамена;

— защиты выпускной квалификационной работы.

К государственной итоговой аттестации допускается обучающийся, не имеющий академической задолженности и в полном объеме выполнивший учебный план или индивидуальный учебный план по данной образовательной программе.

2. Программа и порядок проведения государственного экзамена

Согласно учебному плану подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена проводится в период с 02.06.2021 г. по 16.06.2021 г. Для проведения государственного экзамена составляется расписание экзамена и предэкзаменационных консультаций (консультирование обучающихся по вопросам, включенным в программу государственного экзамена).

Государственный экзамен проводится на открытых заседаниях государственной экзаменационной комиссии в специально подготовленных аудиториях, выведенных на время экзамена из расписания. Присутствие на государственном экзамене посторонних лиц допускается только с разрешения председателя ГЭК.

Обучающимся и лицам, привлекаемым к государственной итоговой аттестации, во время ее проведения запрещается иметь при себе и использовать средства оперативной и мобильной связи.

Государственный экзамен проводится в устной форме.

Государственный экзамен включает 75 теоретических вопросов и 29 практических заданий. Продолжительность экзамена составляет 30 минут на подготовку и не менее 15 минут на ответ для каждого экзаменуемого.

Во время государственного экзамена студент может пользоваться справочными таблицами, *технологическими схемами, периодической таблицей элементов Д.И. Менделеева*.

После устного ответа на вопросы экзаменационного билета экзаменуемому могут быть предложены дополнительные вопросы в пределах учебного материала, вынесенного на государственный экзамен.

Результаты государственного экзамена определяются оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и объявляются в день приема экзамена.

Критерии оценки государственного экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся должен показать высокий уровень сформированности компетенций, т.е. показать способность обобщать и оценивать информацию, полученную на основе исследования нестандартной ситуации; использовать сведения из различных источников; выносить оценки и критические суждения, основанные на прочных знаниях;

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся должен показать продвинутый уровень сформированности компетенций, т.е. продемонстрировать глубокие прочные знания и развитые практические умения и навыки, умение сравнивать, оценивать и выбирать методы решения заданий, работать целенаправленно, используя связанные между собой формы представления информации;

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся должен показать базовый уровень сформированности компетенций, т.е. показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, профессиональные, интеллектуальные навыки решения стандартных задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся не обладает необходимой системой знаний, 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.

Результаты государственного экзамена объявляются в день его проведения.

Обучающийся, успешно сдавший государственный экзамен, допускается к выполнению и защите выпускной квалификационной работе.

2.1 Содержание государственного экзамена

2.1.1 Перечень теоретических вопросов, выносимых на государственный экзамен

1. Характеристика транспортируемых грузов, классификация грузов по их свойствам. Силы, действующие при перемещении грузов, их влияние на тяговое усилие транспортного устройства
2. Классификация транспортных устройств по назначению и конструкции. Основные факторы, влияющие на режим работы транспортных устройств
3. Ленточные конвейеры, принцип действия, устройство, работа. Ленты, их типы, материалы и соединения
4. Расчет сопротивлений на порожней и груженой ветви конвейера, расчет натяжений.
5. Выбор типа двигателя и редуктора конвейера.
6. Разгрузочные, натяжные и стопорные приспособления для ленточных конвейеров
7. Место установки привода и компоновка конвейеров в корпусах фабрики.
8. Скребок конвейеры, устройство работа и регулировка
9. Ковшовые элеваторы, назначение, устройство и область применения. Расчет ковшового элеватора.
10. Назначение и конструкция бункеров, состав бункерного хозяйства. Расчет бункера. Бункерные затворы, обрушающие и контролирующие устройства бункеров.
11. Классификация и назначение питателей, область применения. Конструкции и регулировка работы основных типов питателей.
12. Склады. Классификация и назначение, место складов в технологической схеме переработки сырья, основные типы складов, их области применения, используемое оборудование.
13. Характеристики крупности продуктов обогащения минерального сырья и переработки отходов (факторы, определяющие конечную крупность продуктов, характеристики крупности единичных зерен материала, гранулометрический состав продуктов, уравнения характеристик крупности материалов)
14. Назначение операций дробления и сортировки. Основные направления повышения эффективности процессов уменьшения крупности материалов.
15. Физические и теоретические основы процессов уменьшения крупности (способы дезинтеграции, гипотезы дробления, уравнение кинетики измельчения).
16. Стадиальность процессов дробления и сортировки (конструкционная, максимальная, истинная степени дробления, классификация стадий дробления и измельчения по крупности перерабатываемого материала, схемы процессов дробления и измельчения).
17. Типы, конструкционные особенности и компоновочные решения установки щековых дробилок (ЩДП, ЩДС, ВЩД, области применения, конструкции, регулировка, компоновка со смежным оборудованием).

18. Типы, конструкционные особенности и компоновочные решения установки конусных дробилок (ККД, КСД, КМД, КИД, области применения, конструкции, регулировка, компоновка со смежным оборудованием).

19. Типы, конструкционные особенности и компоновочные решения установки валковых дробилок (валковые, ВДВД, области применения, конструкции, регулировка, компоновка со смежным оборудованием).

20. Конструкционные особенности и компоновочные решения установки молотковых и роторных дробилок (области применения, конструкции, регулировка, компоновка со смежным оборудованием).

21. Конструкционные особенности и компоновочные решения установки центробежной дробилки (области применения, конструкции, регулировка, компоновка со смежным оборудованием).

22. Эксплуатация дробилок (техника безопасности, правила технической эксплуатации).

23. Оборудование для измельчения в комплексах обогащения минерального сырья и переработки отходов (типы измельчающей среды, классификация и типы оборудования, преимущества и недостатки различных способов, скоростные режимы работы, факторы, влияющие на производительность мельниц).

24. Типы, конструкционные особенности и компоновочные решения установки мельниц со стальной измельчающей средой (МСЦ, МШЦ, МШР, области применения, конструкции, регулировка, компоновка со смежным оборудованием).

25. Типы, конструкционные особенности и компоновочные решения установки мельниц сухого измельчения («Каскад» и «Аэрофлот», области применения, конструкции, регулировка, компоновка со смежным оборудованием).

26. Конструкционные особенности и компоновочные решения установки мельниц Vertimill (области применения, конструкции, регулировка, компоновка со смежным оборудованием).

27. Конструкционные особенности и компоновочные решения установки центробежной мельницы (области применения, конструкции, регулировка, компоновка со смежным оборудованием).

28. Процессы грохочения в технологических комплексах дробления и сортировки (назначение процессов, стандартизация размеров отверстий сит, шкала и модуль классификации, эффективность грохочения и факторы, влияющие на нее).

29. Оборудование для процессов грохочения (просеивающие поверхности, «живое» сечение сит; классификация, типы и области применения оборудования, технологические расчеты грохотов).

30. Конструкционные особенности, компоновочные решения установки, эксплуатация и регулирование оборудования для процессов грохочения в технологических комплексах дробления и сортировки (колосниковый, плоскокачающийся, полувибрационные, вибрационные, самобалансный, вращающиеся, Derrik).

31. Операции классификации в схемах измельчения. Сопряжение оборудования измельчения и классификации.

32. Гидравлическая классификация. Устройство и регулировка гидравлических многокамерных и механических классификаторов. Область применения.

33. Гидроциклоны. Устройство, регулировка и область применения.

34. Водопровод и водопроводные сети. Классификация водопроводов, основные со-

оружения, входящие в состав водопроводной сети.

35. Водоснабжение обогатительных фабрик: источники, водозаборные сооружения, нужды и виды воды на фабрике, схемы водоснабжения.

36. Водопроводные сети: наружная и внутренняя, кольцевые и тупиковые, достоинства и недостатки схемы, области их применения.

37. Гидравлический транспорт: понятие, достоинства и недостатки, виды, области применения основное оборудование гидротранспортных установок.

38. Технологические схемы напорного гидротранспорта различных типов минерального сырья и отходов переработки (золотосодержащих гидросмесей, железорудного комбината, цементного сырья, песчано-гравийных материалов, породы на отвал, хвостов в хвостохранилище, гидроподъема угля в шахте).

39. Хвостовое хозяйство обогатительных фабрик: типы хвостохранилищ, выбор площадки, состав сооружений и их назначение.

40. Гидравлические насосы: работа, превращение энергии, типы, конструкции и принцип действия насосов (динамические, объемные, центробежные, грунтовые и песковые, диафрагмовые).

41. Расчет гидравлического транспорта: исходные данные, методика.

42. Гидростатика: основные понятия, законы и уравнения.

43. Гидродинамика: основные понятия, законы и уравнения.

44. Основные рабочие параметры гидравлических машин и их характеристика.

45. Самотечные гидротранспортные системы: выбор профиля лотков, срок службы самотечных лотков и желобов.

46. Напорные гидротранспортные системы: виды труб, выбор типа и материала труб, износ пульпопровода, используемая арматура.

47. Сущность, главные особенности и классификация механических процессов обогащения минерального сырья и переработки отходов.

48. Сущность, главные особенности и классификация гидро- и пирометаллургических процессов.

49. Основные факторы, влияющие на выбор технологий и комплексов при обогащении минерального сырья и переработки отходов.

50. Технологические типы и сорта руд цветных металлов. Технологии и комплексы для их предварительного обогащения. Технологии и комплексы обогащения руд цветных и редких металлов. Кондиции на концентраты. Основные показатели переработки и основное оборудование.

51. Железные руды: типы, месторождения, вещественный состав и схемы обогащения. Кондиции на железные концентраты. Оптимальная глубина обогащения. Подготовка руд к плавке. Применяемые технологии и комплексы.

52. Марганцевые руды: месторождения, вещественный состав и схемы обогащения, технологии и комплексы для предварительного обогащения.

53. Хромовые руды: месторождения, вещественный состав и схемы обогащения технологии и комплексы для предварительного обогащения.

54. Технологии и комплексы извлечения золота из коренных руд. Месторождения.

55. Процессы и современное оборудование гидрометаллургии в схемах обогащения. Амальгамация и цианирование. Применяемые технологии и комплексы. Основные показатели переработки и основное оборудование.

56. Радиометрическое, гравитационное, флотационное обогащение. Комбинированные процессы переработки комплексных руд. Применяемые технологии и комплексы. Основные показатели переработки и основное оборудование.

57. Технологии и комплексы обогащения неметаллического сырья. Кондиции на концентраты. Основные показатели переработки и основное оборудование.

58. Качество и технологические сорта углей. Месторождения. Технологии и комплексы обогащения углей.

59. Свойства и месторождения алмазов. Технологии и комплексы обогащения алмазов.

60. Технологии и комплексы обогащения калийных руд.

61. Технологии и комплексы обогащения урановых руд.

62. Проектирование комплексов по обогащению минерального сырья и переработке отходов: исходные данные для разработки проекта, стадии разработки проектов, содержание и выполнение предпроектной работы, содержание и объем проекта, порядок выполнения проектных работ, состав проектной документации, содержание разделов проекта.

63. Состав и структура обогатительной фабрики. Принципы проектирования генерального плана. Схемы расположения цехов фабрик. Отгрузка готовой продукции.

64. Выбор схем обогащения. Факторы, влияющие на выбор схем обогащения. Методика и алгоритм расчета технологических схем (качественно-количественной и водно-шламовой).

65. Выбор и обоснование схем рудоподготовки для флотационных и магнитообогачительных фабрик. Расчет схем. Современные направления в проектировании рудоподготовки.

66. Выбор схем измельчения полезных ископаемых.

67. Проектно-компоновочные решения цехов дробления.

68. Компоновка оборудования в цехах измельчения.

69. Проектно-компоновочные решения главных корпусов фабрик.

70. Проектно-компоновочные решения вспомогательных цехов

71. Выбор и построение схем флотации полезных ископаемых.

72. Выбор схем обогащения руд черных металлов.

73. Методы и схемы обогащения углей.

74. Методы определения производительности аппаратов.

75. Направления в использовании нового оборудования.

2.1.2 Перечень практических заданий, выносимых на государственный экзамен

1. Расчет водопроводной сети горно-обогатительного предприятия. Необходимо произвести расчет водопроводной сети, трассировка которой приведена на рисунке.

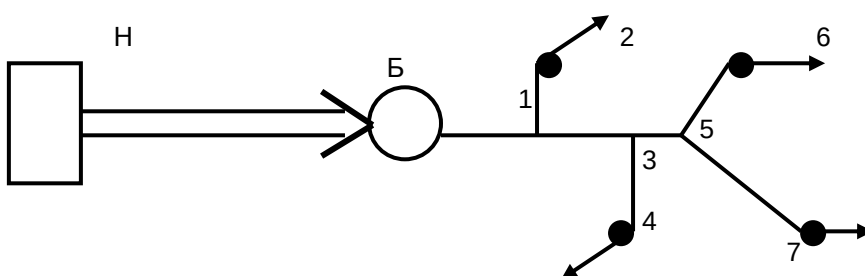


Рисунок Трассировка водопроводной сети

Из подземного резервуара вода насосной станцией Н подается в водонапорную башню Б, из которой поступает в тупиковую водопроводную сеть, снабжающую водой потребителей в точках 2, 4, 6, 7.

Расходы воды по объектам:	Длины участков:
$q_7 = 20 + 5N$, л/с	$L_{Н-Б} = 1000 + 20N$, м
$q_2 = 0,2g_7$	$L_{Б-1} = 300 + 10N$, м
$q_4 = 0,4g_7$	$L_{1-2} = 100 + 2N$, м
$q_6 = 0,7g_7$	$L_{5-6} = 100 + 5N$, м
N – порядковый номер студента в группе	$L_{1-3} = 150$ м
	$L_{3-4} = 25 + 10N$, м
	$L_{5-7} = 100 + 10N$, м
	$L_{3-5} = 200$ м
Геодезические отметки зданий и сооружений:	Свободные напоры у потребителей:
$Z_2 = 22$ м; $Z_4 = 12 + N$, м; $Z_6 = 20$ ст.; $H_{св.2} = 10$ м. вод. ст.; $H_{св.4} = 10$ м. вод.	
$+N$, м; $Z_7 = 24 + N$ м; $Z_Б = 15 + N$, м; $Z_Н = 10$ ст.	$H_{св.6} = 12$ м. вод. ст.; $H_{св.7} = 14$ м. вод.
$+N$, м	

2. Расчет напорного гидротранспорта хвостов обогатительной фабрики. Определить критическую скорость потока, диаметр трубопровода, гидравлический уклон, необходимый напор для транспортирования пульпы. Произвести выбор грунтовых или песковых насосов. Исходные данные:

- 1) минералогический и гранулометрический составы твердого; средневзвешенная крупность частиц твердой фазы $d_{ср}$, мм;
- 2) отношение Ж :Т в хвостах по технологии R;
- 3) объемная производительность фабрики по хвостам, Q_n м³/ч. В курсовом проекте по флотации это объем хвостовой пульпы $V_{хв.}$;
- 4) плотность хвостовой пульпы, γ_n , т/м³;
- 5) плотность твердого в пульпе, γ_t , т/м³;
- 6) расстояние транспортирования хвостов $L = 2000 + 100N$, м,
N – порядковый номер студента в группе;
- 7) геодезическая отметка сбросного отверстия пульпопровода на месте выпуска хвостов (геодезическая отметка хвостохранилища)
 $Z_{хв} = Z_7 + 4$ м – для четных вариантов
 $Z_{хв} = Z_7 - 3$ м – для нечетных вариантов
 Z_7 – геодезическая отметка главного корпуса фабрики, принять по исходным данным для расчета тупиковой водопроводной сети.

3. Расчет хвостового хозяйства обогатительной фабрики. Обосновать тип хвостохранилища, рассчитать его емкость и занимаемую площадь.

4. В радиальный сгуститель поступает 400 м³/ч пульпы с содержанием твердого 8%. Плотность твердой фазы 3200 кг/м³. Содержание твердого в песках 55%. Рассчитать объем слива и плотность песков. Потерями твердого пренебречь.

5. На сгущение поступает 500 м³/ч пульпы с разжижением, равным 3. Плотность твердой фазы 2800 кг/м³. Выход сгущенного продукта 90%, содержание твердого в сгущенном продукте 63%. Рассчитать объем слива, объем воды, уходящей с песками, плотность сгущенного продукта, массу влажных песков.

6. На сгущение поступает пульпа с плотностью твердой фазы 3800 кг/м³ в количестве 150 т/ч (сухая масса). Разжижение суспензии 5. Рассчитать объем воды, удаляемой в слив; объем воды, уходящей с песками, если плотность сгущенного продукта 1900 кг/м³.

7. На сгущение поступает $150 \text{ м}^3/\text{ч}$ пульпы с содержанием твердого 8%. Плотность твердой фазы 3000 кг/м^3 . Рассчитать диаметр сгустителя, если удельная площадь сгущения $14,4 \text{ м}^2 \cdot \text{ч/т}$.

8. Определить необходимую площадь сгущения, если разжижение исходной пульпы 13, а разжижение сгущенного продукта 2. Скорость осаждения частиц твердого $0,5 \text{ см/мин}$, а производительность сгустителя по твердому 100 т/ч .

9. На сгущение поступает $240 \text{ м}^3/\text{ч}$ пульпы с содержанием твердого 10%. Плотность твердой фазы $3,2 \text{ г/см}^3$. Рассчитать необходимую площадь сгущения, если удельная площадь сгущения $0,28 \text{ м}^2 \cdot \text{сут/т}$.

10. Рассчитать гидравлическую крупность зерен взвеси в условиях свободного осаждения, если эквивалентный диаметр частиц 35 мкм , а плотность осаждаемых частиц 3000 кг/м^3 .

11. Рассчитать размер оседающих зерен плотностью $2,8 \text{ г/см}^3$, если их гидравлическая крупность в условиях свободного осаждения составляет $0,5 \text{ мм/с}$.

12. Исходные данные: расход Q , давление на выходе из трубопровода p_2 , свойства жидкости (ρ , μ), размеры трубопроводов, материал и качество поверхности трубы. Требуется найти давление в начальном сечении трубы p_1 (потребный напор).

13. Исходные данные: располагаемый напор, свойства жидкости, размеры и шероховатость трубопровода. Требуется найти расход жидкости.

14. Исходные данные: расход, располагаемый напор, свойства жидкости, размеры и характеристики трубопровода, кроме диаметра. Требуется найти диаметр трубопровода.

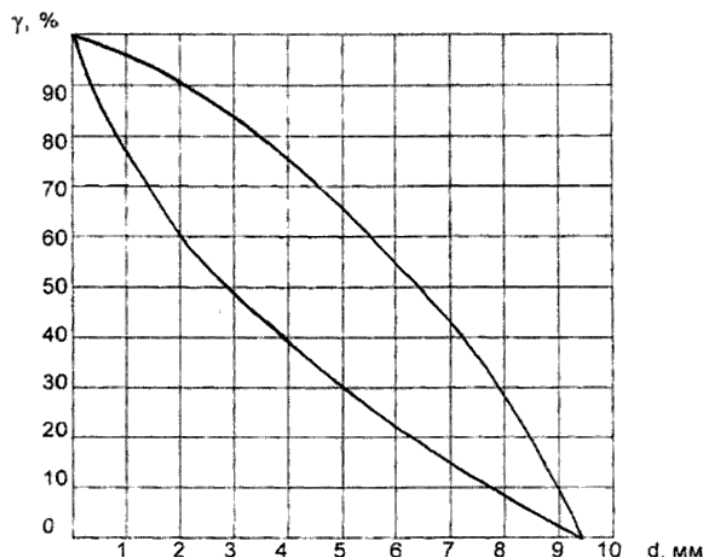
15. Определить тип и рассчитать необходимое количество грохотов, дробилок и мельниц для обогатительной фабрики с производительностью 5 млн т в год, с крупностью исходного материала 400 мм , конечного дробленного 12 мм и конечного измельченного $0,012 \text{ мм}$. Составить схему рудоподготовки.

16. Определить эффективность грохочения материала крупностью $300 - 0 \text{ мм}$ на сетке с размером отверстий 60 мм , если выход верхнего продукта 82 %. Характеристику крупности исходного материала принять прямолинейной.

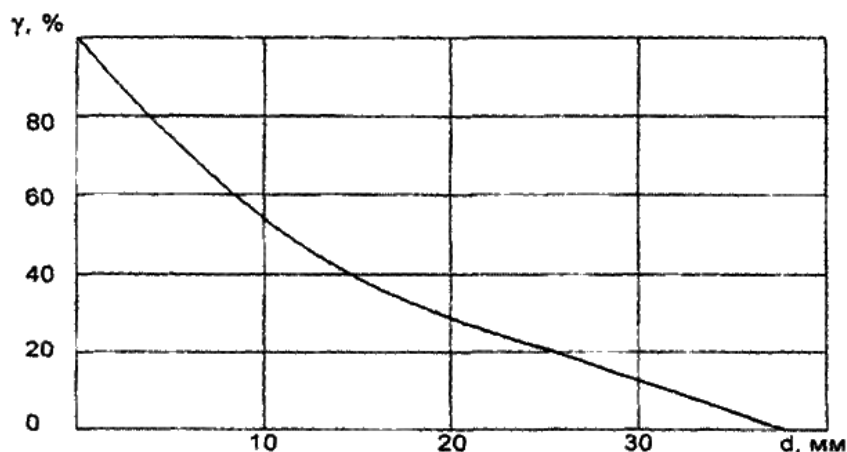
17. Определить удельную производительность шаровой мельницы по классу — $0,074 \text{ мм}$, если производительность по исходной руде составляет 150 т/час , содержание класса — $0,074 \text{ мм}$ в исходном продукте 8 %, а в конечном — 45 %, объем мельницы 32 м^3 .

18. Определить производительность шаровой мельницы объемом 27 м^3 , если удельная производительность по классу — $0,074 \text{ мм}$ составляет $1,2 \text{ т/м}^3 \cdot \text{ч}$, а содержание класса — $0,074 \text{ мм}$ в исходном и измельченном продуктах составляет 10 % и 50 %.

19. Определить массу подрешетного и надрешетного продуктов, а также эффективность грохочения, если масса исходного 10 т , размер отверстий сита грохота 5 мм . Характеристики крупности исходного и надрешетного продуктов приведены на рисунке.



20. Характеристика крупности продукта приведена на рисунке. Определить массу подрешетного и надрешетного продуктов, если масса исходного продукта 500 кг, размер отверстий сита грохота 10 мм, и эффективность грохочения 80 %.



21. Определить выход концентрата и хвостов, извлечение меди в концентрат и количество меди, теряемой с хвостами, если $Q_{исх} = 5$ т, а массовая доля меди в исходной руде, концентрате и хвостах равна соответственно 0,75 %; 16,0% и 0,2 %.

22. Определить выход медного концентрата, содержащего 20 % меди, при извлечении ее в концентрат 90 % и рассчитать потери меди, если количество переработанной руды 2000 т, а содержание в ней меди 1,5 %.

23. Определить массы концентрата и отходов, получаемых при обогащении 10 т угля, если зольность исходного угля, концентрата и отходов составляет соответственно 30 %, 10 %, 75 %.

24. Определить массовую долю меди в концентрате, состоящем из ковеллина, халькопирита и пирита при условии, что ковеллина в концентрате 10 %, а халькопирита - 50 %.

25. Определить потери меди в цинковом концентрате, полученном при обогащении медно-цинковой руды, поступающей на фабрику с двух рудников с массовой долей меди соответственно 1,5 % (60 % от общего количества руды) и 2 %. Выход цинкового концентрата 10 %, массовая доля меди в нем 4 %.

26. Определить массовую долю железа в концентрате, состоящем из халькопирита, пирита, сфалерита и кварца, если массовая доля меди в концентрате 15 %, цинка - 4 %, серы - 38 %.

27. Руда состоит из халькопирита и пирита, массовая доля меди в руде 2,5 %. Определить все технологические показатели в случае идеального обогащения.

28. Определить массовую долю железа в концентрате, состоящем из халькопирита, пирита, сфалерита и кварца, если массовая доля меди в концентрате 15 %, цинка - 4 %, серы - 38 %.

29. На обогащение поступает 1000 т медно-цинковой руды с массовой долей меди 1,1 %, цинка - 2,5 %. Получено 45 т медного концентрата с массовой долей меди и цинка 18 и 0,8 % и 52 т цинкового концентрата с массовой долей цинка и меди 38 и 0,4 %. Определить все технологические показатели.

2.1.3 Учебно-методическое обеспечение

1. Думов, А. М. Выбор и расчет технологического обогатительного оборудования для переработки минерального сырья : учебное пособие / А. М. Думов, А. А. Николаев. — Москва : МИСИС, 2020. — 100 с. — ISBN 978-5-907061-99-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/147915>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Крутов, Д. А. Гидротехнические сооружения : учебное пособие для вузов / Д. А. Крутов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 238 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12898-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/448524>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Ксенофонтов, Б. С. Водоподготовка и водоотведение : учебное пособие / Б. С. Ксенофонтов. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. — 298 с. — (Высшее образование: Магистратура). — ISBN 978-5-8199-0679-8. — Текст : электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/1083206>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Каракеян, В. И. Процессы и аппараты защиты окружающей среды в 2 ч. Часть 1. : учебник и практикум для вузов / В. И. Каракеян, В. Б. Кольцов, О. В. Кондратьева ; под общей редакцией В. И. Каракеяна. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 277 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06055-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451925>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Павлинова, И. И. Водоснабжение и водоотведение : учебник и практикум для вузов / И. И. Павлинова, В. И. Баженов, И. Г. Губий. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 380 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00626-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449931>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Гудков, А. Г. Механическая очистка сточных вод : учебное пособие / А. Г. Гудков. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. — 188 с. — ISBN 978-5-9729-0311-5. — Текст : электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/1053347>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Брюховецкий, О.С. Основы горного дела : учебное пособие / О.С. Брюховецкий, С.В. Иляхин, А.П. Карпиков, В.П. Яшин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-4249-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/117712/>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Ветошкин, А. Г. Технические средства инженерной экологии : учебное пособие / А. Г. Ветошкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 424 с. — ISBN 978-5-8114-2825-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107281>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Ветошкин, А. Г. Основы инженерной экологии : учебное пособие / А. Г. Ветошкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 332 с. — ISBN 978-5-8114-2822-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107280>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
10. Авдохин, В. М. Основы обогащения полезных ископаемых : учебник : в 2 томах / В. М. Авдохин. — 4-е изд., стер. — Москва : Горная книга, 2018 — Том 1 : Обогащительные процессы — 2018. — 420 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/134944> - Режим доступа : для авториз. пользователей.
11. Авдохин, В.М. Основы обогащения полезных ископаемых : учебник : в 2 томах / В.М. Авдохин. - 4-е изд., стер. - Москва : Горная книга, [б. г.]. - Том 2 : Технологии обогащения полезных ископаемых - 2017. - 312 с. - ISBN 978-5-98672-465-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111337>-Режим доступа: для авториз. пользователей.
12. Горлова, О. Е. Обезвоживание продуктов обогащения и обратное водоснабжение обогатительных фабрик : учебное пособие / О. Е. Горлова, Н. Н. Орехова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3298.pdf&show=dcatalogues/1/1137687/3298.pdf&view=true>. - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.
13. Дегодя, Е.Ю. Переработка полезных ископаемых [Электронный ресурс] : практикум / Дегодя Е.Ю., Шавакулева О.П.. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) – Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru>
14. Клейн, М.С. Технология обогащения полезных ископаемых : учебное пособие / М.С. Клейн, Т.Е. Вахонина. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 193 с. — ISBN 978-5-906888-51-8. — URL.: <https://e.lanbook.com/book/105409> – Режим доступа: для авториз. пользователей.
15. Бигеев, В.А. Основы металлургического производства : учебник / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольцев, В.М. Салганик. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-2486-3. — URL.: <https://e.lanbook.com/book/90165> Режим доступа: для авториз. пользователей.
16. Дегодя, Е.Ю. Обогащение полезных ископаемых [Электронный ресурс] : учебное пособие / Дегодя, Е.Ю., Шавакулева, О.П. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) – URL: <https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru>
17. Лукина, К.И. Обогащение полезных ископаемых [Электронный ресурс]: учебное пособие /Лукина К.И., Якушкин В.П., Муклакова А.Н. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 224 с. .- URL: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=501567> - Загл. с экрана. –ISBN 978-5-16-010748-6. Режим доступа: для авториз. пользователей
18. Думов, А.М. Оборудование фабрик по переработке минерального сырья : учебное пособие / А.М. Думов, А.А. Николаев. — Москва : МИСИС, 2016. — 224 с. — ISBN 978-5-906846-45-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108111>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
19. Морозов, В.В. Моделирование и автоматизация обогатительных процессов : методы автоматизированного управления технологическими процессами обогащения : учебное пособие / В.В. Морозов, Т.С. Николаев. — Москва : МИСИС, 2016. — 66 с. — ISBN 978-5-87623-962-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93639>. — Режим доступа: для авториз. пользователей
20. Кожушко, Г.Г. Расчет и проектирование ленточных конвейеров. Учеб. пособие. [Электронный ресурс] / Г.Г. Кожушко О.А. Лукашук — Электрон. дан. — Екатеринбург. : изд-во Уральского университета, 2016. — 232 с. — Режим доступа: http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/43901/1/978-5-7996-1836-0_2016.pdf

21. Шавакулева, О.П., Гришин, И.А. Дезинтеграция и подготовка минерального сырья к обогащению: учеб. пособие / О.П. Шавакулева, И.А. Гришин - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. с. 106. URL: <https://newlms.magtu.ru/mod/folder/view.php?id=927695>

22. Федотов, К.В. Проектирование обогатительных фабрик [Электронный ресурс] : учебник / К.В. Федотов, Н.И. Никольская. — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2014. — 536 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72717> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

23. Самыгин, В. Д. Обезвоживание и очистка сточных вод при обогащении минерального сырья (разделение твердой и жидкой фаз) : учебник / В. Д. Самыгин, В. А. Игнаткина, Р. В. Коржова. — Москва : МИСИС, 2013. — 247 с. — ISBN 978-5-87623-696-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116443> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

24. Адамов, Э.В. Основы проектирования обогатительных фабрик [Электронный ресурс] : учебное пособие / Э.В. Адамов. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2012. — 647 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/47414> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Порядок подготовки и защиты выпускной квалификационной работы

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы является одной из форм государственной итоговой аттестации.

При выполнении выпускной квалификационной работы, обучающиеся должны показать свои знания, умения и навыки самостоятельно решать на современном уровне задачи своей профессиональной деятельности, профессионально излагать специальную информацию, научно аргументировать и защищать свою точку зрения.

Обучающий, выполняющий выпускную квалификационную работу должен показать свою способность и умение:

- определять и формулировать проблему исследования с учетом ее актуальности;
- ставить цели исследования и определять задачи, необходимые для их достижения;
- анализировать и обобщать теоретический и эмпирический материал по теме исследования, выявлять противоречия, делать выводы;
- применять теоретические знания при решении практических задач;
- делать заключение по теме исследования, обозначать перспективы дальнейшего изучения исследуемого вопроса;
- оформлять работу в соответствии с установленными требованиями.

3.1 Подготовительный этап выполнения выпускной квалификационной работы

3.1.1 Выбор темы выпускной квалификационной работы

Обучающийся самостоятельно выбирает тему из рекомендуемого перечня тем ВКР, представленного в приложении 1. Обучающийся (несколько обучающихся, выполняющих ВКР совместно), по письменному заявлению, имеет право предложить свою тему для выпускной квалификационной работы, в случае ее обоснованности и целесообразности ее разработки для практического применения в соответствующей области профессиональной деятельности или на конкретном объекте профессиональной деятельности. Утверждение тем ВКР и назначение руководителя утверждается приказом по университету.

3.1.2 Функции руководителя выпускной квалификационной работы

Для подготовки выпускной квалификационной работы обучающемуся назначается руководитель и, при необходимости, консультанты.

Руководитель ВКР помогает обучающемуся сформулировать объект, предмет исследования, выявить его актуальность, научную новизну, разработать план исследования; в процессе работы проводит систематические консультации.

Подготовка ВКР обучающимся и отчет перед руководителем реализуется согласно календарному графику работы. Календарный график работы обучающегося составляется на весь период выполнения ВКР с указанием очередности выполнения отдельных этапов и сроков отчетности по выполнению работы перед руководителем.

3.2 Требования к выпускной квалификационной работе

При подготовке выпускной квалификационной работы обучающийся руководствуется методическими указаниями и локальным нормативным актом университета СМК-О-СМГТУ-36-20 Выпускная квалификационная работа: структура, содержание, общие правила выполнения и оформления.

3.3 Порядок защиты выпускной квалификационной работы

Законченная выпускная квалификационная работа должна пройти процедуру нормоконтроля, включая проверку на объем заимствований, а затем представлена руководителю для оформления письменного отзыва. После оформления отзыва руководителя ВКР направляется на рецензию. Рецензент оценивает значимость полученных результатов, анализирует имеющиеся в работе недостатки, характеризует качество ее оформления и изложения, дает заключение (рецензию) о соответствии работы предъявляемым требованиям в письменном виде.

Выпускная квалификационная работа, подписанная заведующим кафедрой, имеющая рецензию и отзыв руководителя работы, допускается к защите и передается в государственную экзаменационную комиссию не позднее, чем за 2 календарных дня до даты защиты, также работа размещается в электронно-библиотечной системе университета.

Объявление о защите выпускных работ вывешивается на кафедре за несколько дней до защиты.

Защита выпускной квалификационной работы проводится на заседании государственной экзаменационной комиссии и является публичной. Защита одной выпускной работы **не должна превышать 30 минут**.

Для сообщения обучающемуся предоставляется **не более 10 минут**. Сообщение по содержанию ВКР сопровождается необходимыми графическими материалами и/или презентацией с раздаточным материалом для членов ГЭК. В ГЭК могут быть представлены также другие материалы, характеризующие научную и практическую ценность выполненной ВКР – печатные статьи с участием выпускника по теме ВКР, документы, указывающие на практическое применение ВКР, макеты, образцы материалов, изделий и т.п.

В своем выступлении обучающийся должен отразить:

- содержание проблемы и актуальность исследования;
- цель и задачи исследования;
- объект и предмет исследования;
- методику своего исследования;

- полученные теоретические и практические результаты исследования;
- выводы и заключение.

В выступлении должны быть четко обозначены результаты, полученные в ходе исследования, отмечена теоретическая и практическая ценность полученных результатов.

По окончании выступления выпускнику задаются вопросы по теме его работы. Вопросы могут задавать все присутствующие. Все вопросы протоколируются.

Затем слово предоставляется научному руководителю, который дает характеристику работы. При отсутствии руководителя отзыв зачитывается одним из членов ГЭК.

После этого выступает рецензент или рецензия зачитывается одним из членов ГЭК.

Заслушав официальную рецензию своей работы, студент должен ответить на вопросы и замечания рецензента.

Затем председатель ГЭК просит присутствующих выступить по существу выпускной квалификационной работы. Выступления членов комиссии и присутствующих на защите (до 2-3 мин. на одного выступающего) в порядке свободной дискуссии и обмена мнениями не являются обязательным элементом процедуры, поэтому, в случае отсутствия желающих выступить, он может быть опущен.

После дискуссии по теме работы студент выступает с заключительным словом. Этика защиты предписывает при этом выразить благодарность руководителю и рецензенту за проделанную работу, а также членам ГЭК и всем присутствующим за внимание.

3.4 Критерии оценки выпускной квалификационной работы

Результаты защиты ВКР определяются оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и объявляются **в день защиты**.

Решение об оценке принимается на закрытом заседании ГЭК по окончании процедуры защиты всех работ, намеченных на данное заседание. Для оценки ВКР государственная экзаменационная комиссия руководствуется следующими критериями:

- актуальность темы;
- научно-практическое значение темы;
- качество выполнения работы, включая демонстрационные и презентационные материалы;
- содержательность доклада и ответов на вопросы;
- умение представлять работу на защите, уровень речевой культуры.

Оценка **«отлично»** (5 баллов) выставляется за глубокое раскрытие темы, полное выполнение поставленных задач, логично изложенное содержание, качественное оформление работы, соответствующее требованиям локальных актов, высокую содержательность доклада и демонстрационного материала, за развернутые и полные ответы на вопросы членов ГЭК;

Оценка **«хорошо»** (4 балла) выставляется за полное раскрытие темы, хорошо проработанное содержание без значительных противоречий, в оформлении работы имеются незначительные отклонения от требований, высокую содержательность доклада и демонстрационного материала, за небольшие неточности при ответах на вопросы членов ГЭК.

Оценка **«удовлетворительно»** (3 балла) выставляется за неполное раскрытие темы, выводов и предложений, носящих общий характер, в оформлении работы имеются незначительные отклонения от требований, отсутствие наглядного представления работы и затруднения при ответах на вопросы членов ГЭК.

Оценка **«неудовлетворительно»** (2 балла) выставляется за частичное раскрытие те-

мы, необоснованные выводы, за значительные отклонения от требований в оформлении и представлении работы, когда обучающийся допускает существенные ошибки при ответе на вопросы членов ГЭК.

Оценка **«неудовлетворительно»** (1 балл) выставляется за необоснованные выводы, за значительные отклонения от требований в оформлении и представлении работы, отсутствие наглядного представления работы, когда обучающийся не может ответить на вопросы членов ГЭК.

Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение государственного аттестационного испытания, что является основанием для выдачи обучающемуся документа о высшем образовании и о квалификации образца, установленного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

Примерный перечень тем выпускных квалификационных работ

1. Совершенствование процессов транспортировки сыпучих отходов горнопромышленного комплекса.
2. Повышение эффективности работы оборудования транспортно-технологического комплекса дробления.
3. Совершенствование систем гидротранспорта отходов обогащения минерального сырья.
4. Совершенствование технологии переработки техногенного минерального сырья.
5. Исследование на обогатимость и разработка технологии переработки золошлаковых отходов.
6. Мобильные транспортно-технологические комплексы для разработки шлаковых отвалов.
7. Технологические испытания и повышение эффективности работы пресс-фильтров при обезвоживании цинкового концентрата.