



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

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



УТВЕРЖДАЮ:  
Директор ИГДиТ  
И.А. Пыталев  
15.03.2021 г.

**ПРОГРАММА  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Направление  
22.03.02 Металлургия

Профиль  
Гидрометаллургия благородных и редких металлов

Уровень высшего образования – бакалавриат

Форма обучения  
Заочная

Институт  
Кафедра

*элитных программ и открытого образования  
Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископае-  
мых*

Магнитогорск  
2021 г.

Программа государственной итоговой аттестации составлена на основе требований ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия, утвержденного приказом МОиН РФ от 02.06.2020 г. № 702.

Программа государственной итоговой аттестации рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых 03.03.2021, протокол № 7

Зав. кафедрой



/ И.А. Гришин /

Программа государственной итоговой аттестации рассмотрена и утверждена на заседании методической комиссии института горного дела и транспорта 15.03.2021 г. протокол № 5

Председатель



/ И.А. Пыталев /

Программа ГИА составлена доцентом, к.т.н., доцентом



/ Н.В. Фадеевой /

Рецензент:

ведущий специалист горно-обогатительного направления агло-коксо-доменной группы НТЦ ПАО «ММК», канд. техн. наук



М.А. Цыгалов

## 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.

Бакалавр по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия должен быть подготовлен к решению профессиональных задач в соответствии с профилем образовательной программы Гидрометаллургия благородных и редких металлов и видами профессиональной деятельности:

- научно-исследовательский;
- технологический;
- организационно-управленческий.

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

- способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1);
- способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений (УК-2);
- способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде (УК-3);
- способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах) УК-4.
- способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах (УК-5);
- способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни (УК-6);
- способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (УК-7);
- способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов (УК-8);
- способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах (УК-9);
- способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности (УК-10);
- способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению (УК-11);
- способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания (ОПК-1);

- способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений (ОПК-2);

- способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области проектного менеджмента (ОПК-3);

- способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные (ОПК-4);

- способен решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств (ОПК-5);

- способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии (ОПК-6);

- способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными документами металлургической отрасли (ОПК-7);

- способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-8);

- способен самостоятельно проводить научно-исследовательские работы в области гидрометаллургических процессов переработки руд и концентратов (ПК-1);

- способен самостоятельно проводить научно-исследовательские работы в области гидрометаллургических процессов переработки руд и концентратов (ПК-2);

- способен организовывать деятельность подразделений по переработке минерального и техногенного сырья (ПК-3).

На основании решения Ученого совета университета от 17.03.2021 (протокол № 5) государственные аттестационные испытания по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия 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 02.06.2026 г. по 16.06.2026 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 два этапа:

- на первом этапе проверяется сформированность универсальных компетенций;
- на втором этапе проверяется сформированность общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с учебным планом.

#### ***Подготовка к сдаче и сдача первого этапа государственного экзамена***

Первый этап государственного экзамена проводится в форме компьютерного тестирования. Тест содержит вопросы и задания по проверке общекультурных компетенций соответствующего направления подготовки/ специальности. В заданиях используются следующие типы вопросов:

- выбор одного правильного ответа из заданного списка;
- восстановление соответствия.

Для подготовки к экзамену на образовательном портале за три недели до начала испытаний в блоке «Ваши курсы» становится доступным электронный курс «Демо-версия. Государственный экзамен (тестирование)». Доступ к демо-версии осуществляется по логину и паролю, которые используются обучающимися для организации доступа к информационным ресурсам и сервисам университета.

Первый этап государственного экзамена проводится в компьютерном классе в соответствии с утвержденным расписанием государственных аттестационных испытаний.

Блок заданий первого этапа государственного экзамена включает 13 тестовых вопросов. Продолжительность экзамена составляет 30 минут.

Результаты первого этапа государственного экзамена определяются оценками «зачтено» и «не зачтено» и объявляются сразу после приема экзамена.

Критерии оценки первого этапа государственного экзамена:

- на оценку **«зачтено»** – обучающийся должен показать, что обладает системой знаний и владеет определенными умениями, которые заключаются в способности к осуществлению комплексного поиска, анализа и интерпретации информации по определенной теме; установлению связей, интеграции, использованию материала из разных разделов и тем для решения поставленной задачи. Результат не менее 50% баллов за задания свидетельствует о достаточном уровне сформированности компетенций;
- на оценку **«не зачтено»** – обучающийся не обладает необходимой системой знаний и не владеет необходимыми практическими умениями, не способен понимать и интерпретировать освоенную информацию. Результат менее 50% баллов за задания свидетельствует о недостаточном уровне сформированности компетенций.

#### ***Подготовка к сдаче и сдача второго этапа государственного экзамена***

Ко второму этапу государственного экзамена допускается обучающийся, получивший оценку «зачтено» на первом этапе.

Второй этап государственного экзамена проводится в устной форме.

Второй этап государственного экзамена включает 3 теоретических вопроса и 1 практическое задание. Продолжительность экзамена составляет 30 минут на подготовку и не менее 15 минут на ответ для каждого экзаменуемого.

Во время второго этапа государственного экзамена студент может пользоваться периодической системой химических 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 второго этапа государственного экзамена определяются оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и объявляются в день приема экзамена.

Критерии оценки второго этапа 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 второго этапа 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 тем, проверяемых на первом этапе государственного экзамена***

1. Философия, ее место в культуре
2. Исторические типы философии
3. Проблема идеального. Сознание как форма психического отражения
4. Особенности человеческого бытия
5. Общество как развивающаяся система. Культура и цивилизация
6. История в системе гуманитарных наук
7. Цивилизации Древнего мира
8. Эпоха средневековья
9. Новое время XVI-XVIII вв.
10. Модернизация и становление индустриального общества во второй половине XVIII – начале XX вв.
11. Россия и мир в XX – начале XXI в.
12. Новое время и эпоха модернизации

13. Спрос, предложение, рыночное равновесие, эластичность
14. Основы теории производства: издержки производства, выручка, прибыль
15. Основные макроэкономические показатели
16. Макроэкономическая нестабильность: безработица, инфляция
17. Предприятие и фирма. Экономическая природа и целевая функция фирмы
18. Конституционное право
19. Гражданское право
20. Трудовое право
21. Семейное право
22. Уголовное право
23. Я и моё окружение (на иностранном языке)
24. Я и моя учеба (на иностранном языке)
25. Я и мир вокруг меня (на иностранном языке)
26. Я и моя будущая профессия (на иностранном языке)
27. Страна изучаемого языка (на иностранном языке)
28. Формы существования языка
29. Функциональные стили литературного языка
30. Проблема межкультурного взаимодействия
31. Речевое взаимодействие
32. Деловая коммуникация
33. Основные понятия культурологии
34. Христианский тип культуры как взаимодействие конфессий
35. Исламский тип культуры в духовно-историческом контексте взаимодействия
36. Теоретико-методологические основы командообразования и саморазвития
37. Личностные характеристики членов команды
38. Организационно-процессуальные аспекты командной работы
39. Технология создания команды
40. Саморазвитие как условие повышения эффективности личности
41. Диагностика и самодиагностика организма при регулярных занятиях физической культурой и спортом
42. Техническая подготовка и обучение двигательным действиям
43. Методики воспитания физических качеств.
44. Виды спорта
45. Классификация чрезвычайных ситуаций. Система чрезвычайных ситуаций
46. Методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций.

### ***2.1.2 Перечень теоретических вопросов, выносимых на второй этап государственного экзамена***

1. Назначение операций дробления, грохочения и измельчения полезных ископаемых. Степень дробления. Основные направления повышения эффективности процессов уменьшения крупности материалов.
2. Щековые дробилки с простым и сложным качанием щеки. Устройство и регулировка.
3. Устройство и регулировка конусных дробилок крупного дробления и редуционных.
4. Устройство и регулировка конусных дробилок среднего и мелкого дробления.
5. Валковые, молотковые, роторные и центробежные дробилки. Конструкция, назначение и эксплуатация.
6. Самоизмельчение в схемах рудоподготовки, преимущества и недостатки.

7. Устройство, работа и регулировка барабанных мельниц. Типы измельчающей среды. Факторы, влияющие на производительность мельниц.
8. Скоростные режимы работы барабанных мельниц, критическая скорость и степени загрузки мельниц измельчающей средой.
9. Операции классификации в схемах измельчения.
10. Классификация грохотов и область их применения.
11. Эффективность процесса грохочения. Факторы, влияющие на эффективность грохочения.
12. Уравнения массопереноса в процессах разделения.
13. Математические модели аппаратов.
14. Сепарационные характеристики аппаратов.
15. Сепарационные характеристики технологических схем.
16. Фракционный состав минерального сырья. Методы анализа фракционного состава.
17. Движущие силы в зонах разделения. Методы составления уравнений массопереноса.
18. Показатели обогатимости минерального сырья.
19. Балансные расчеты схем.
20. Магнитный метод обогащения полезных ископаемых. Магнитное поле и его свойства. Факторы, влияющие на процесс магнитной сепарации.
21. Сепараторы для выделения слабомагнитных руд. Устройство и регулировка.
22. Устройство и регулировка сепараторов для выделения сильномагнитных руд.
23. Электрический метод обогащения, классификация процессов. Основные типы сепараторов, их устройство и регулировка.
24. Гидравлическая классификация. Устройство и регулировка гидравлических многокамерных и механических классификаторов. Область применения.
25. Гидроциклоны. Устройство, регулировка и область применения.
26. Обогащение полезных ископаемых на концентрационных столах. Достоинства и недостатки, область применения.
27. Сущность процесса отсадки, основные факторы, влияющие на процесс.
28. Типы отсадочных машин. Конструкция и эксплуатация, область применения.
29. Обогащение в тяжелых средах, достоинства и недостатки. Область применения. Виды и свойства сред.
30. Обогащение в шлюзах, конусных и винтовых сепараторах. Область применения, достоинства и недостатки.
31. Конусные сепараторы для обогащения в водных суспензиях. Устройство и регулировка, область применения.
32. Устройство и регулировка концентраторов с орбитальным движением дек и центробежных.
33. Колесные сепараторы для обогащения полезных ископаемых в водных суспензиях.
34. Устройство и регулировка колесных сепараторов. Область применения.
35. Промывка полезных ископаемых. Устройство и регулировка применяемого оборудования.
36. Кинетический и термодинамический анализ процессов образования комплекса частица-пузырек при флотации.



37. Прочность закрепления частиц на пузырьках и максимальный размер флотируемых частиц.
38. Характеристика жидкой и газовой фаз, участвующих во флотационных процессах.
39. Характер связей в кристаллах, гидрофобность и гидрофильность поверхностей.
40. Смачивание минеральных поверхностей. Краевой угол смачивания, гидратные слои.
41. Карбоксильные реагенты собиратели. Состав, свойства, механизм действия и область применения.
42. Сульфгидрильные реагенты - собиратели. Состав, свойства, механизм действия и область применения.
43. Аполярные и катионные реагенты собиратели. Состав, свойства, механизм действия и область применения.
44. Реагенты - депрессоры. Состав, механизм действия и область применения.
45. Реагенты активаторы и регуляторы среды. Состав, свойства, механизм действия и область применения.
46. Реагенты пенообразователи. Состав, свойства, действие при флотации и область применения.
47. Механические флотомашин, устройство и регулировка.
48. Пневматические флотомашин. Устройство, регулировка, преимущества и недостатки. Область применения.
49. Пневмомеханические флотомашин. Устройство, регулировка и область применения. Достоинства и недостатки.
50. Вспомогательное флотационное оборудование.
51. Гидрометаллургические процессы переработки минерального сырья.
52. Факторы, определяющие влагоудерживающую способность продуктов обогащения. Классификация видов влаги, способы их удаления.
53. Отстаивание и сгущение. Сущность процессов и теоретические основы. Факторы, влияющие на эффективность процессов. Применение коагулянтов и флокулянтов при сгущении пульп.
54. Фильтрование. Сущность процесса, теоретические основы. Классификация способов фильтрования. Факторы, влияющие на эффективность фильтрования.
55. Классификация, конструкции и эксплуатация фильтр-прессов.
56. Обратное водоснабжение на предприятиях.
57. Схемы вакуумных фильтровальных установок. Компонировка оборудования, достоинства и недостатки.
58. Классификация, конструкции и эксплуатация вакуум-фильтров.
59. Классификация сушильных аппаратов. Конструкции сушилок, достоинства и недостатки сушилок, область применения.
60. Классификация, конструкция и эксплуатация сгустителей и отстойников.
61. Технология обогащения медно-никелевых руд.
62. Обогащение полиметаллических руд. (Флотационное обогащение медно-цинково-цинковых руд; принципиальные схемы и реагентные режимы).
63. Технология обогащения медно-молибденовых руд.
64. Технология обогащения медно-цинковых руд.
65. Технология обогащения медных и медно-пиритных руд.

66. Формы нахождения золота в рудах и россыпях, методы извлечения.).
67. Технология извлечения золота из коренных руд. Месторождения.
68. Методы извлечения золота из песков россыпных месторождений.
69. Извлечение золота из руд и концентратов цианированием и амальгамацией.
70. Выщелачивание золотосодержащих руд и продуктов обогащения.
71. Технология обогащения золотосодержащих руд.
72. Обжиг медных концентратов. Химические реакции процесса обжига. Обжиговые печи.
73. Плавка медных концентратов в отражательных печах. Сущность процесса и важнейшие химические реакции. Состав и свойства штейна и шлака.
74. Огневое рафинирование меди. Электрическое рафинирование меди.
75. Обжиг цинковых концентратов. Химизм процесса.
76. Выщелачивание цинка и очистка растворов от примесей. Аппаратура для выщелачивания.
77. Обогащение медных окисленных руд.
78. Обогащение полиметаллических руд. (Флотационное обогащение медно-свинцово-цинковых руд; принципиальные схемы и реагентные режимы).
79. Практика флотации окисленных и смешанных свинцовых и цинковых руд.
80. Практика флотации руд редких металлов.
81. Технология обогащения золотосодержащих руд и россыпей.
82. Методы планирования экспериментов при исследовании руд на обогатимость.
83. Содержание и объем проекта обогатительной фабрики. Требуемые исходные данные, основные нормативные документы для проектирования.
84. Методика и алгоритм расчета качественно-количественной схемы.
85. Методика и алгоритм расчета водно-шламовой схемы.
86. Компоновка оборудования в цехах крупного дробления.
87. Компоновка оборудования в цехах среднего и мелкого дробления.
88. Компоновка оборудования в цехах измельчения.
89. Компоновка оборудования в главных цехах флотационных и гидрометаллургических отделениях фабрик.
90. Выбор и обоснование схем рудоподготовки для флотационных и гидрометаллургических отделений фабрик.
91. Выбор и построение схем флотации полезных ископаемых.
92. Шихтовые материалы, которые используются при производстве цветных и благородных металлов?
93. Способы подготовки руд к плавке.
94. Какие агрегаты используют при производстве цветных металлов.
95. Требования к профессиональной деятельности работников металлургии.
96. Определение и виды сточных вод. Характеристика загрязнений сточных вод.
97. Нормирование негативного воздействия на поверхностные водные объекты. Предельно допустимая концентрация и предельно допустимый сброс.
98. Водопотребление и водопользование.
99. Физико-химические методы очистки сточных вод промпредприятий.
100. Механические методы очистки сточных вод промпредприятий.
101. Биологическая очистка сточных вод.
102. Параметры выбора технологической схемы очистных сооружений.
103. Способы и схемы подготовки руд к выщелачиванию
104. Теоретические основы процесса растворения.
105. Классификация процессов растворения по месту проведения.

106. Направления и способы повышения эффективности процессов растворения.

107. Подземное выщелачивание, оборудование и область применения.

### **2.1.3 Перечень практических заданий, выносимых на второй этап государственного экзамена**

1. 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 %.

2. Определить выход медного концентрата, содержащего 20 % Cu, при извлечении ее в концентрат 90 % и рассчитать потери меди, если массовая доля меди в исходной руде 1 %, а количество переработанной руды 5 млн. тонн.

3. 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 %.

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

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

6. 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 %.

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

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

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

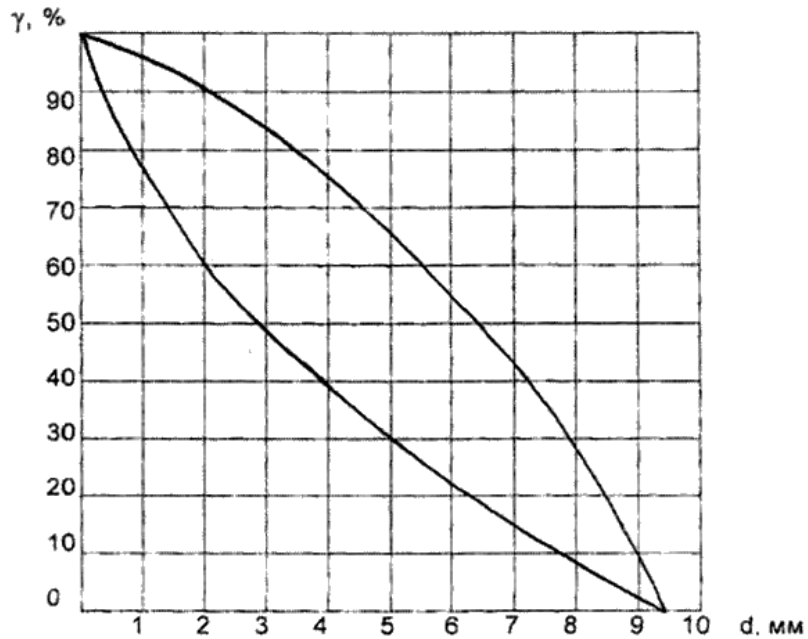
10. На обогащение поступает 1000 т медно-цинковой руды с массовой долей меди 1,1 %, цинка - 2,5 %. Получено 45 т медного концентрата с массовой долей меди и цинка 18 и 0,8 % и 52 т цинкового концентрата с массовой долей цинка и меди 38 и 0,4 %. Определить все технологические показатели.

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

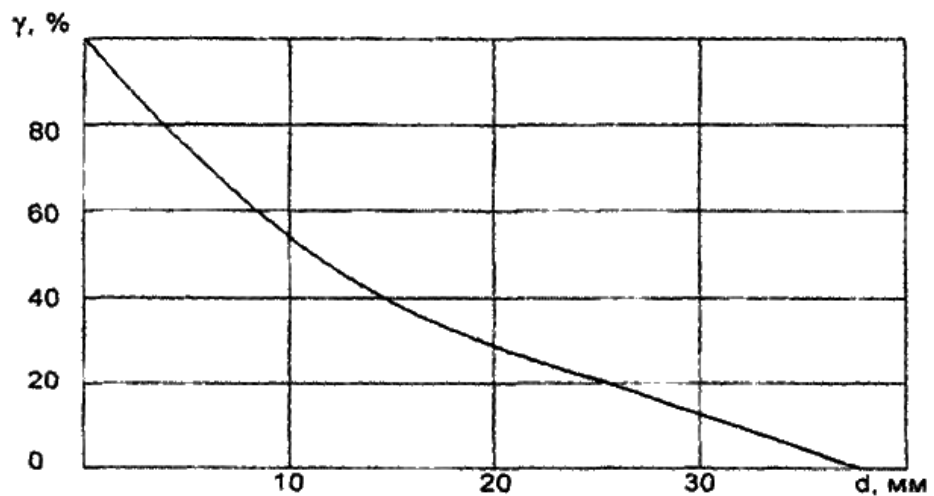
12. Определить удельную производительность шаровой мельницы по классу — 0,074 мм, если производительность по исходной руде составляет 150 т/час, содержание класса — 0,074 мм в исходном продукте 8 %, а в конечном - 45 %, объем мельницы 32 м<sup>3</sup>.

13. Определить производительность шаровой мельницы объемом 27 м<sup>3</sup>, если удельная производительность по классу -0,074 мм составляет 1,2 т/м<sup>3</sup>ч, а содержание класса -0,074 мм в исходном и измельченном продуктах составляет 10 % и 50 %.

14. 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.



15. 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 %.



16. Определить по методу Лященко П.В. размеры равнопадающих зерен с плотностями 1800 и 2600 кг/м<sup>3</sup> и коэффициент равнопадаемости, если конечная скорость их падения составляет 0,3 м/с.

17. Определить количество утяжелителя плотностью 4500 кг/м<sup>3</sup>, необходимое для приготовления 3 м суспензии плотностью 2000 кг/м<sup>3</sup>.

18. Определить по методу Лященко П.В. размеры равнопадающих зерен с плотностями 1800 и 2600 кг/м<sup>3</sup> и коэффициент равнопадаемости, если конечная скорость их падения составляет 0,3 м/с.

19. Определить выход медного концентрата, содержащего 20 % Cu, при извлечении ее в концентрат 90 % и рассчитать потери меди, если массовая доля меди в исходной руде 1 %, а количество переработанной руды 5 млн. тонн.

20. Сколько мл 0,5 % раствора реагента должен дозировать за один цикл импульсный питатель, если на флотацию поступает 2 л/мин пульпы, содержащей 20 % твердого. Плотность твердого  $2,6 \text{ г/см}^3$ , расход реагента 800 г/т, число циклов - 5 в минуту.

21. Определить массу навески для флотации, если объем камеры флотомашины 1 л, плотность руды  $2,8 \text{ г/см}^3$ , а содержание твердого при флотации 25 %.

22. Определить число и размер камер флотомашины пневмомеханического типа, если минутный дебит пульпы  $25 \text{ м}^3$ , а время флотации 10 минут.

23. Составить схему контроля и опробования на флотационной обогатительной фабрике.

24. Определить массу представительной пробы руды крупностью 50-0 мм, если коэффициенты  $K$  и  $\alpha$  равны соответственно 0,1 и 2.

25. Составить схему флотации ртутно-флюоритовой руды и указать реагентный режим.

26. В сгуститель поступает шлам отстойника с плотностью твердой фазы  $\delta = 2900 \text{ кг/м}^3$  в количестве 150 т/ч (сухая масса), исходное разжижение суспензии  $R = 8$ . Рассчитать объем удаляемой в слив воды, если плотность сгущенного продукта  $1650 \text{ кг/м}^3$ .

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

28. 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  $0,28 \text{ м}^2 \cdot \text{сут/т}$ .

29. На центрифугирование поступает пульпа в количестве  $360 \text{ м}^3/\text{ч}$  с содержанием твердого 18 %; плотность твердой фазы  $4100 \text{ кг/м}^3$ . Пески содержат 60 % твердого, а потери твердого со сливом - 2 %. Рассчитать количество воды, уходящей в слив, и плотность сгущенного продукта (песков).

30. На вакуум-фильтр поступает сгущенный продукт сгустителя с содержанием твердого 50 % в количестве 18 т/ч (твердого). Определить объем воды, удаляемой с фильтратом, и концентрацию твердого в фильтрате, если кек имеет влажность 12 %, а потери твердого с фильтратом составляет 1,5 %. Плотность твердой фазы  $3000 \text{ кг/м}^3$ .

31. В суспензии содержится 36% твердого. Плотность твердой фазы составляет  $4,3 \text{ г/см}^3$ . Определить плотность такой пульпы, массу  $12 \text{ м}^3$  пульпы, массу навески, объем воды.

32. В радиальный сгуститель поступает  $400 \text{ м}^3/\text{ч}$  пульпы с содержанием твердого 8%. Плотность твердой фазы  $3200 \text{ кг/м}^3$ . Содержание твердого в песках 55%. Рассчитать объем слива и плотность песков. Потерями твердого пренебречь.

33. На пресс-фильтр поступает сгущенный продукт отстойника с содержанием твердого 25% в количестве  $80 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Плотность твердой фазы равна  $2600 \text{ кг/м}^3$ . Рассчитать объем фильтрата и объем воды в кеке, если кек содержит 18% влаги. Потерями твердого с фильтратом пренебречь.

34. Определить расход сорбента, концентрации загрязнителя в воде после каждой ступени и эффект очистки сточных вод на одно-, двух- и четырехступенчатой сорбционной установке при исходных данных: расход сточных вод  $15 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; константа распределения загрязнителя между сорбентом и раствором  $8000 \text{ (г/л)/(г/кг)}$ ; начальная концентрация загрязнения в сточной воде  $0,35 \text{ г/л}$ ; доза сорбента  $1,3 \text{ кг/м}^3$ .

35. Рассчитать электрокоагулятор со стальными электродами для очистки хромосодержащих сточных вод по следующим исходным данным: расход сточных вод составляет  $10 \text{ м}^3/\text{ч}$  (при круглосуточной работе установки), исходные концентрации шестивалентно-

го хрома и цинка соответственно 50 и 20 мг/л. Размеры одной электродной пластины: ширина 300 мм, рабочая высота 600 мм; расстояние между двумя соседними электродами 8 мм; толщина одной электродной пластины 5 мм; анодная плотность тока 150 А/м<sup>2</sup>; удельный расход электричества 3,1 Ач/г.

36. Определить общее количество электродных пластин, число электродных блоков, рабочий объем электрокоагулятора, время обработки сточных вод, ширину одного электродного блока, удельный расход железа для обработки сточных вод.

37. Рассчитать количество аппаратов для обеспечения требуемой производительности  $Q = 200$  т/ч. К установке приняты аппараты с производительностью 180 т/ч.

38. Рассчитать коэффициент загрузки и задать режим работы обогатительной установки при требуемой производительности  $Q = 5$  т/ч при производительности аппарата меньшего типоразмера 20 т/ч.

39. Рассчитать производительность конусной дробилки крупного дробления для следующих условий: коэффициент крепости руды  $f = 16$ ; насыпная плотность руды  $\rho_n = 2100$  кг/м<sup>3</sup>; номинальная крупность руды в питании  $D_n = 1100$  мм; влажность руды 7 %. Производительность дробилки по каталогу составляет 200 т/ч при ширине приёмного отверстия  $B = 1200$  мм.

40. Рассчитать производительность щековой дробилки ЩДП 9×12У по теоретической формуле  $Q = 60 \mu \rho_n L S n \text{вср} \text{ctg} \alpha$  для следующих исходных данных: насыпная плотность руды  $\rho_n = 1,6$  т/м<sup>3</sup>; длина загрузочного отверстия  $L = 1,2$  м; ход подвижной щеки в плоскости выходной щели  $S = 0,05$  м; частота вращения вала  $n = 250$  мин<sup>-1</sup>; ширина щели при наибольшем сближении щек  $b = 0,13$  м; угол захвата  $\alpha = 22$  град.

41. Рассчитать производительность щековой дробилки по формуле  $Q = k_{кр} k_{вл} k_{др} (150 + 750 B) L b \text{max} \rho_n$  для следующих исходных данных: коэффициент крепости руды  $f = 16$ ; насыпная плотность руды  $\rho_n = 1,6$  т/м<sup>3</sup>; номинальная крупность руды  $D_n = 700$  мм; влажность руды 6 %; ширина приёмного отверстия  $B = 0,9$  м; длина загрузочного отверстия  $L = 1,2$  м; ширина разгрузочной щели  $b = 0,13$  м; ход подвижной щеки  $S = 0,05$  м.

42. Рассчитать производительность дробилки КСД по формуле  $Q = k_{др} q b \rho_n = 0,009 k_{др} D^2 n b \rho_n$  для следующих исходных данных: коэффициент крепости руды  $f = 16$ ; насыпная плотность руды  $\rho_n = 1600$  кг/м<sup>3</sup>; ширина выходной щели  $b = 20$  мм; диаметр конуса  $D = 1750$  мм; частота вращения эксцентрикового вала  $n = 180$  мин<sup>-1</sup>.

43. Рассчитать производительность дробилки КМД по формуле  $Q = k_{др} q b \rho_n = 0,022 k_{др} D^2 n b \rho_n$  для следующих исходных данных: коэффициент крепости руды  $f = 16$ ; насыпная плотность руды  $\rho_n = 1600$  кг/м<sup>3</sup>; ширина выходной щели  $b = 10$  мм; диаметр конуса  $D = 1750$  мм; частота вращения эксцентрикового вала  $n = 160$  мин<sup>-1</sup>.

44. Рассчитать производительность роторной дробилки ДРО-542 по эффективности дробления по формуле  $Q = N \eta e_s k_n k_k$ , при том, что эффективность эталонной мельницы  $e_s = 1,6$  т/(кВт · ч), коэффициент измельчаемости  $k_n = 1,2$ , коэффициент крупности  $k_k = 0,8$ .

45. Рассчитать производительность молотковой дробилки по методике Бонда. Исходные данные для расчёта: мощность двигателя  $N = 45$  кВт; крупность исходного продукта  $D_{80} = 60$  мм; крупность дробленого продукта  $d_{80} = 4$  мм, индекс работы Бонда  $w_i = 12$  кВт · ч/т.

46. Рассчитать производительность вибрационного грохота с рабочей площадью сита 8 м<sup>2</sup> размером отверстий сита 3,0 мм при сухом грохочении сухого дроблёного материала насыпной плотностью 1600 кг/м<sup>3</sup>, гранулометрическая характеристика которого приведена ниже. Эффективность грохочения задана 80 %.

Гранулометрическая характеристика материала

Класс крупности, мм	Выход, %	Суммарный выход, %
-6+3	10	10
-3+1,5	20	30

-1,5+1,0	20	50
-1,0+0,5	30	80
-0,5+0	20	100
Итого	100	

47. Рассчитать производительность барабанного грохота с площадью сита  $18 \text{ м}^2$ , с живым сечением  $ж.с = 0,5$ . Удельную объёмную производительность принять  $q = 1,1 \text{ м}^3/\text{ч}$  на  $\text{м}^2$  живого сечения.

48. Рассчитать объём и количество приёмных бункеров для приёма руды из железнодорожных вагонов для следующих исходных данных: грузоподъёмность вагонов  $G_{\text{в}} = 60 \text{ т}$ ; количество вагонов в составе  $n_{\text{в}} = 60$ ; продолжительность одного цикла разгрузки  $t_{\text{ц}} = 0,5$  часа; нормируемая продолжительность разгрузки состава  $t_{\text{с}} = 2$  часа; насыпная плотность руды  $\rho_{\text{н}} = 1,4 \text{ т}/\text{м}^3$ .

49. Рассчитать вместимость аккумулирующего бункера  $G$  между цехами дробления и обогащения при производительности цеха обогащения  $Q_{\text{ц}} = 100 \text{ т}/\text{ч}$ , продолжительности работы цеха дробления  $t_{\text{д}} = 7$  часов в сутки, цеха обогащения  $t_{\text{о}} = 24$  часа в сутки.

50. Рассчитать вместимость ячеек распределительного бункера для следующих исходных данных: расход руды из ячейки  $Q_{\text{р}} = 50 \text{ т}/\text{ч}$ ; количество ячеек  $n = 6$ ; длина распределительного бункера  $L = 36 \text{ м}$ ; скорость перемещения тележки  $v = 0,1 \text{ м}/\text{с} = 360 \text{ м}/\text{ч}$ .

51. Рассчитать вместимость погрузочного бункера для погрузки угля в составы для следующих исходных данных: грузоподъёмность вагонов  $G_{\text{в}} = 60 \text{ т}$ ; число вагонов в составе  $n = 40$ ; продолжительность периодов между подачами составов  $t = 4$  ч; продолжительность погрузки состава  $t' = 2$  ч; производительность фабрики по отгружаемому продукту  $Q = 100 \text{ т}/\text{ч}$ .

#### **2.1.4 Перечень рекомендуемой литературы для подготовки к государственному экзамену**

1. Марченко, Н.В. *Металлургическое сырьё : учеб. пособие* / Н.В. Марченко, О.Н. Ковтун. - Красноярск ; Сиб. федер. ун-т, 2017. - 222 с. - ISBN 978-5-7638-3658-5. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/1031871> (дата обращения: 19.11.2019)

2. 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.

3. *Химическая технология золота и серебра : учебное пособие* / составители Р. В. Оствальд [и др.]. — Томск : ТПУ, 2021. — 69 с. — ISBN 978-5-4387-0991-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/246221> (дата обращения: 08.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей. Абрамов, А.А. *Флотационные методы обогащения : учебник* / А.А. Абрамов. — 4-е изд., переработанное и доп. — Москва : Горная книга, 2017. — 600 с. — ISBN 978-5-98672-413-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111390>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Марченко, Н. В. *Комплексная переработка минерального, вторичного и техногенного сырья тяжелых цветных металлов. Технологии производства тяжелых цветных*

металлов : учебник : в 3 частях / Н. В. Марченко, Н. В. Олейникова. — Красноярск : СФУ, 2018 — Часть 2 : Metallургия меди, никеля и кобальта — 2018. — 276 с. — ISBN 978-5-7638-3667-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157546> (дата обращения: 08.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Носова, О. В. Благородные металлы: практикум : учебное пособие / О. В. Носова. — Норильск : ЗГУ им. Н.М. Федоровского, 2021. — 78 с. — ISBN 978-5-89009-733-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/224549> (дата обращения: 08.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Руднева, В. В. Metallургия золота (извлечение золота из упорных руд): конспект лекций : учебное пособие / В. В. Руднева, Г. В. Галевский. — Новокузнецк : СибГИУ, 2018. — 84 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/359003> (дата обращения: 08.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Бочаров, В.А. Флотационное обогащение полезных ископаемых : учебник / В.А. Бочаров, В.А. Игнаткина, Т.И. Юшина. — Москва : Горная книга, 2017. — 837 с. — ISBN 978-5-98672-414-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111386>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. 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. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/105409>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Клейн, М.С. Опробование и контроль процессов обогащения : учебное пособие / М.С. Клейн, Т.Е. Вахонина. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 142 с. — ISBN 978-5-906888-56-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/105408>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

10. Думов А.М., Выбор и расчет технологического обогатительного оборудования для переработки минерального сырья : учеб. пособие / А.М. Думов, А.А. Николаев. - М.: МИСиС, 2020. - 100 с. - ISBN 978-5-907061-99-6 - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785907061996.html> (дата обращения: 16.09.2020). - Режим доступа: по подписке.

11. Федотов, К.В. Проектирование обогатительных фабрик : учебник / К.В. Федотов, Н.И. Никольская. — 2-е изд. — Москва : Горная книга, 2014. — 536 с. — ISBN 978-5-98672-379-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/72717>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

12. 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.

13. Бочаров, В. А. Теория и практика разделения минералов массивных упорных полиметаллических руд цветных металлов : монография / В. А. Бочаров, В. А. Игнаткина, А. А. Каюмов. — Москва : Горная книга, 2019. — 512 с. — ISBN 978-5-98672-502-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/134893> (дата обращения: 20.06.2021).



14. Игнаткина, В. А. Современные методы металлургии, машиностроения и материаловедения. Технология минерального сырья : учебное пособие / В. А. Игнаткина, В. А. Бочаров. — Москва : МИСИС, 2019. — 66 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/129023> (дата обращения: 20.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
15. Бочаров, В. А. Технология обогащения золотосодержащих руд и россыпей : учебное пособие / В. А. Бочаров, В. А. Игнаткина, Д. В. Абрютин. — Москва : МИСИС, [б. г.]. — Часть 2 : Химическое обогащение золотосодержащего сырья — 2003. — 109 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116960> (дата обращения: 20.06.2021).
16. Адамов, Э. В. Технология руд цветных металлов : учебное пособие / Э. В. Адамов. — Москва : МИСИС, 2007. — 515 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/47413> (дата обращения: 20.06.2021).
17. Стрижко, Л. С. Металлургия благородных металлов : учебное пособие / Л. С. Стрижко, С. М. Урсова, Г. Г. Божко. — Москва : МИСИС, 2006. — 53 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117052> (дата обращения: 20.06.2021).
18. Металлургия редких металлов : учебное пособие / В. К. Кулифеев, Л. М. Леонова, Г. Г. Божко, А. Н. Кропачев. — Москва : МИСИС, 2008. — 87 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116994> (дата обращения: 20.06.2021).
19. Коржова, Р. В. Обогащение руд цветных металлов : учебное пособие / Р. В. Коржова. — Москва : МИСИС, 2011. — 66 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116988> (дата обращения: 20.06.2021).
20. Семакина, О.К. Машины и аппараты для переработки минерального сырья : учебное пособие / О.К. Семакина, Д.А. Горлушко. — Томск : ТПУ, 2014. — 91 с. — ISBN 978-5-4387-0359-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/62927>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
21. 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.
22. Николаев, А.А. Добыча, подготовка и обогащение сырья цветных металлов : учебное пособие / А.А. Николаев. — Москва : МИСИС, 2013. — 53 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/47431>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
23. Е.Е. Андреев, О.Н. Тихонов. Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению. — С-Пб, 2007. 439 с.
24. Верхотуров, М.В. Гравитационные методы обогащения: Учебник для вузов. — М.: Изд-во МАКС-Пресс — 2006.
25. Абрамов, А.А. Технология переработки и обогащения руд цветных металлов. Т. 3 : учебное пособие : в 2 книгах / А.А. Абрамов. — Москва : Горная книга, [б. г.]. — Книга 1 : Рудоподготовка и Cu, Cu-Py, Cu-Fe, Mo, Cu-Mo, Cu-Zn руды — 2005. — 575 с. — ISBN 5-7418-0346-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/3267>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

26. Абрамов, А.А. Технология переработки и обогащения руд цветных металлов. Т. 3 : учебное пособие : в 2 книгах / А.А. Абрамов. — Москва : Горная книга, [б. г.]. — Книга 2 : Pb, Pb-Cu, Zn, Pb-Zn, Pb-Cu-Zn, Cu-Ni, Co-, Bi-, Sb-, Hg- содержащие руды — 2005. — 470 с. — ISBN 5-7418-0347-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/3268>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### ***2.1.5 Рекомендации обучающимся по подготовке к государственному экзамену***

#### **Подготовка к тестированию**

При подготовке к тестированию обучающемуся рекомендуется внимательно изучить структуру теста, оценить объем времени, выделяемого на данный тест, увидеть, какого типа задания в нем содержатся. Следует начинать отвечать на те вопросы, в правильности решения которых нет сомнений, пока не останавливаясь на тех, которые могут вызвать долгие раздумья. Необходимо внимательно читать задания до конца, не пытаясь понять условия «по первым словам» или выполнив подобные задания в предыдущих тестированиях - это приводит к ошибкам в самых легких вопросах. Рекомендуется пропустить вопрос, если обучающийся не знает ответа или не уверен в его правильности, чтобы потом к нему вернуться. Нужно думать только о текущем задании. Как правило, задания в тестах не связаны друг с другом непосредственно, поэтому необходимо концентрироваться на данном вопросе и находить решения, подходящие именно к нему. Обучающийся может не искать сразу правильный вариант ответа, а последовательно исключать те, которые явно не подходят. Метод исключения позволяет в итоге сконцентрировать внимание на одном-двух вероятных вариантах. Следует рассчитывать выполнение заданий так, чтобы осталось время на проверку и доработку. Необходимо свести к минимуму процесс угадывания правильных ответов.

При подготовке к тестированию обучающемуся следует не просто заучивать, необходимо понять логику изложенного материала. Этому способствует составление развернутого плана, таблиц, схем. Большую помощь оказывают опубликованные сборники тестов, Интернет-тренажеры, позволяющие закрепить знания и приобрести соответствующие психологические навыки саморегуляции и самоконтроля.

#### **Подготовка к устному ответу**

Во время подготовки к устному ответу рекомендуется заранее продумать структуру ответа. Ответ должен состоять из вступления, основной части и заключения. На первую и последнюю части должно уйти около 20% времени, на основную часть - около 60%. В начале ответа необходимо привлечь внимание экзаменатора. Следует парой фраз обозначить, о чём обучающийся собирается говорить. Основная часть всегда посвящена конкретной проблеме. Ее следует раскрыть более полно и рассмотреть вопрос с разных сторон. Не следует говорить сложно. Сначала должна прозвучать ключевая фраза, затем - аргументы и пояснения. Надо быть настроенным на то, что преподаватель может задать вопрос и не сбиться от неожиданности. Удачный диалог с преподавателем показывает обучающегося с лучшей стороны и повышает шансы на хорошую отметку. В заключении можно использовать обобщающие конструкции. При устном ответе рекомендуется избегать речевых штампов, шаблонных выражений, сленговых и молодежных слов. Также не следует употреблять в разговоре слова, смысл которых обучающийся не точно знает. Уве-

ренность в себе поможет собраться в трудной ситуации, использовать подготовку и свои знания, добиться успеха.

### Работа с учебной литературой (конспектом)

При работе с литературой (конспектом) при подготовке к экзамену обещающемуся рекомендуется:

1. Подготовить необходимую информационно-справочную (словари, справочники) и рекомендованную научно-методическую литературу (учебники, учебные пособия) для получения исчерпывающих сведений по каждому экзаменационному вопросу.

2. Уточнить наличие содержания и объем материала в лекциях и учебной литературе для раскрытия вопроса.

3. Дополнить конспекты недостающей информацией по отдельным аспектам, без которых невозможен полный ответ.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

— аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;

– планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;

– тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;

– цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;

– конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

4. Распределить весь материал на части с учетом их сложности, составить график подготовки к экзамену.

5. Внимательно прочитать материал конспекта, учебника или другого источника информации, с целью уточнений отдельных положений, структурирования информации, дополнения рабочих записей.

8. Повторно прочитать содержание вопроса, пропуская или бегло просматривая те части материала, которые были усвоены на предыдущем этапе.

9. Прочитать еще раз материал с установкой на запоминание. Запоминать следует не текст, а его смысл и его логику. В первую очередь необходимо запомнить термины, основные определения, понятия, законы, принципы, аксиомы, свойства изучаемых процессов и явлений, основные влияющие факторы, их взаимосвязи. Полезно составлять опорные конспекты.

10. Многократное повторение материала с постепенным «сжиманием» его в объеме способствует хорошему усвоению и запоминанию.

11. В последний день подготовки к экзамену следует проговорить краткие ответы на все вопросы, а на тех, которые вызывают сомнения, остановитесь более подробно.

### **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.

Обучающийся, 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;
- выполнять расчеты технологических процессов и применяемого оборудования;
- обосновывать проектные решения по обеспечению промышленной и экологической безопасности, экономической эффективности производств по добыче и переработке полезных ископаемых;
- осуществлять проектирование предприятий по добыче и переработке твердых полезных ископаемых;
- 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 по выполнению ВКР 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.

Выпускная квалификационная работа, подписанная заведующим кафедрой, имеющая 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.

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 темы, 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. Проект золотоизвлекательной фабрики по переработке золотосодержащей руды ..... месторождения производительностью по руде ..... млн. т/год, содержание золота в руде ..... г/т.
2. Проект предприятия по подготовке руды ..... месторождения к металлургическому переделу производительностью ..... т в год и с массовой долей полезного компонента  $\alpha =$  .....%.
3. Разработка технологии переработки лежалых хвостов золотоизвлекательной фабрики.
4. Проект золотоизвлекательной фабрики для переработки руд ..... месторождения производительностью ..... млн. т/год с содержанием золота .....г/т, серебра .....г/т.
5. Проект установки для переработки лежалых хвостов .....фабрики с целью получения меди.
6. Исследование технологии переработки клинкера вельцевания цинковых кеков.
7. Проект предприятия для подготовки руды ..... месторождения к металлургическому переделу производительностью ..... т в год и с массовой долей полезных компонентов .....% и .....%.
8. Проект предприятия по гидрометаллургической переработке ..... руд ..... месторождения производительностью ..... т в год и с массовой долей полезных компонентов .....% и = .....%..
9. Исследование на обогатимость и разработка схем гидрометаллургической переработки исследуемой руды.
10. Оптимизация работы обогатительного оборудования.
11. Совершенствование технологических схем обогащения руд.
12. Проект автоклавного выщелачивания упорных золотосодержащих руд.
13. Проект установки кучного выщелачивания золотосодержащих руд.
14. Проект установки кучного выщелачивания медьсодержащих руд.
15. Проект установки кучного выщелачивания золота из хвостов обогащения.
16. Проект отделения цианирования золотоизвлекательной фабрики.
17. Проект отделения регенерации сорбентов золотоизвлекательной фабрики.
18. Проект отделения электролиза меди.
19. Проектирование хвостового хозяйства золотоизвлекательной фабрику
20. Отделения чанового выщелачивания золотосодержащих руд.
21. Проект биовыщелачивания упорных золотосодержащих руд.
22. Исследование процессов рудоподготовки к гидрометаллургическим процессам.
23. Проект реагентного отделения золотоизвлекательной фабрики.
24. Проект отделения гравитационного отделения золотоизвлекательной фабрики.
25. Проект обогатительного отделения золотоизвлекательной фабрики.