

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель направления

 (Загибалов А.В.)
«23» марта 2026 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
государственной итоговой аттестации

21.05.04 Горное дело

(код, наименование специальности)

Обогащение полезных ископаемых

(наименование специализации)

Горный инженер (специалист)

(квалификация)

Год набора - 2026

Иркутск 2026

Разработано:

Председатель рабочей группы по разработке ООП: Шевченко А.Н., директор института недропользования, канд. техн. наук.

Руководитель ООП Федотов К.В., профессор, д.т.н., заведующий кафедрой Обогащения полезных ископаемых и охраны окружающей среды им. С.Б. Леонова

ФОС ГИА рассмотрен и одобрен на заседании кафедры Обогащения полезных ископаемых и охраны окружающей среды им. С.Б. Леонова протокол от № 8 от «19» марта 2026 г

ФОС ГИА одобрен учебно-методической комиссией Института недропользования протокол № 3 «23» марта 2026 г.

ФОС ГИА одобрен ученым советом Института недропользования протокол № 8 от «23» марта 2026 г.

Получено положительное экспертное заключение от представителей работодателей, (экспертное заключение к ФОС прилагается).

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень компетенций, которыми должны овладеть обучающиеся в результате освоения образовательной программы	4
1.1 Перечень профессионально-специализированных и профессиональных компетенций, владение которыми должен продемонстрировать обучающийся в ходе ГИА	4
1.1.1 При сдаче государственного экзамена	4
1.1.2 При защите выпускной квалификационной работы	4
1.2 Перечень общепрофессиональных компетенций, владение которыми должен продемонстрировать обучающийся в ходе ГИА	5
1.3 Перечень универсальных компетенции, подтверждающих наличие у выпускника общих знаний и социального опыта, которые должен продемонстрировать обучающийся в ходе ГИА	6
2. Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций	6
2.1 Государственный экзамен	7
2.2 Выпускная квалификационная работа	9
3. Шкалы оценивания	21
3.1 Шкала оценивания государственного экзамена	21
3.2 Шкала оценивания результатов защиты ВКР	21
4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения образовательной программы	22
4.1 Общая характеристика выпускной квалификационной работы	22
4.2 Перечень вопросов государственного экзамена	27
5. Методические материалы	34
6. Порядок подачи и рассмотрения апелляций	34

1. Перечень компетенций, которыми должны овладеть обучающиеся в результате освоения образовательной программы

1.1 Перечень профессионально-специализированных и профессиональных компетенций, владение которыми должен продемонстрировать обучающийся в ходе ГИА

1.1.1 При сдаче государственного экзамена

При сдаче государственного экзамена выпускник должен продемонстрировать:

- способность анализировать горно-геологическую информацию о свойствах и характеристиках минерального сырья и вмещающих пород для выбора эффективной технологии переработки (ПКС-2);
- способность выбирать технологию производства работ по обогащению полезных ископаемых и составлять необходимую документацию (ПКС-3);
- способность выбирать и рассчитывать основные технологические параметры эффективного и экологически безопасного производства работ по переработке и обогащению минерального сырья (ПКС-4);
- способность выбирать и рассчитывать параметры основного и вспомогательного оборудования обогатительных производств (ПКС-5);
- способность разрабатывать и обслуживать проекты производства работ по транспортированию, обогащению и хранению руды и продуктов обогащения с учетом требований промышленной и экологической безопасности (ПКС-6);
- способность разрабатывать и реализовывать проекты производства работ по переработке минерального и техногенного сырья на основе современной методологии проектирования обогатительных фабрик, формировать генеральный план и компоновочные решения по различным обогатительным переделам (ПКС-7);
- способность применять современные информационные технологии и автоматизированные системы при проектировании обогатительных производств (ПКС-8).

1.1.2 При защите выпускной квалификационной работы

При защите выпускной квалификационной работы выпускник должен продемонстрировать:

- способность демонстрировать навыки ведения и организации технологических процессов добычи и переработки твердых полезных ископаемых (ПКС-1);
- способность анализировать горно-геологическую информацию о свойствах и характеристиках минерального сырья и вмещающих пород для выбора эффективной технологии переработки (ПКС-2);
- способность выбирать технологию производства работ по обогащению полезных ископаемых и составлять необходимую документацию (ПКС-3);
- способность выбирать и рассчитывать основные технологические параметры эффективного и экологически безопасного производства работ по переработке и обогащению минерального сырья (ПКС-4);
- способность выбирать и рассчитывать параметры основного и вспомогательного оборудования обогатительных производств (ПКС-5);
- способность разрабатывать и обслуживать проекты производства работ по транспортированию, обогащению и хранению руды и продуктов обогащения с учетом требований промышленной и экологической безопасности (ПКС-6);
- способность разрабатывать и реализовывать проекты производства работ по переработке минерального и техногенного сырья на основе современной методологии проектирования обогатительных фабрик, формировать генеральный план и компоновочные решения по различным обогатительным переделам (ПКС-7);
- способность применять современные информационные технологии и автоматизированные системы при проектировании обогатительных производств (ПКС-8);

- способность осуществлять деятельность, находящуюся за пределами основной профессиональной сферы (ДК-1).

1.2 Перечень общепрофессиональных компетенций, владение которыми должен продемонстрировать обучающийся в ходе ГИА

- способен применять законодательные основы в областях недропользования, обеспечения экологической и промышленной безопасности при поисках, разведке и разработке месторождений твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов (ОПК ОС-1);

- способен с естественнонаучных позиций оценивать строение и состав месторождений, а также применять навыки анализа горно-геологических условий при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр (ОПК ОС-2);

- способен применять методы геолого-промышленной оценки месторождений полезных ископаемых, горных отводов; оценивать строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений полезных ископаемых (ОПК ОС-3);

- способен применять методы анализа, знания закономерностей поведения, управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов (ОПК ОС-4);

- способен применять санитарно-гигиенические нормативы и правила при поисках, разведке и разработке месторождений твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов (ОПК ОС-5);

- способен работать с программным обеспечением общего, специального назначения и моделирования горных и геологических объектов (ОПК ОС-6);

- способен применять основные принципы технологий и осуществлять техническое руководство горными и взрывными работами при поисках, разведке и разработке месторождений твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов, непосредственно управлять процессами на производственных объектах, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций (ОПК ОС-7);

- способен применять методы обеспечения промышленной безопасности, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций, разрабатывать и реализовывать планы мероприятий по снижению техногенной нагрузки производства в сфере профессиональной деятельности (ОПК ОС-8);

- способен определять пространственно-геометрическое положение объектов, осуществлять необходимые геодезические и маркшейдерские измерения, обрабатывать и интерпретировать их результаты (ОПК ОС-9);

- способен оперативно устранять нарушения производственных процессов, вести первичный учет выполняемых работ, анализировать оперативные и текущие показатели производства, обосновывать предложения по совершенствованию организации производства (ОПК ОС-10);

- способен разрабатывать проектные инновационные решения в составе творческих коллективов и самостоятельно, контролировать соответствие проектов требованиям стандартов, техническим условиям и документам промышленной безопасности, разрабатывать, согласовывать и утверждать в установленном порядке технические и методические документы в области профессиональной деятельности (ОПК ОС-11);

- способен участвовать в исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов (ОПК ОС-12);

- способен выполнять маркетинговые исследования, проводить экономический анализ затрат для реализации технологических процессов и производства в целом (ОПК ОС-13);

- способен участвовать в разработке и реализации образовательных программ в сфере профессиональной деятельности (ОПК ОС-14);
- способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности (ОПК ОС-15)

1.3 Перечень универсальных компетенции, подтверждающих наличие у выпускника общих знаний и социального опыта, которые должен продемонстрировать обучающийся в ходе ГИА

- способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК ОС-1);
- способность управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла (УК ОС-2);
- способность организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели (УК ОС-3);
- способность применять современные коммуникативные технологии на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах) для академического и профессионального взаимодействия (УК ОС-4);
- способность анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия (УК ОС-5);
- способность определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни (УК ОС-6);
- способность поддерживать уровень физической подготовленности, достаточный для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (УК ОС-7);
- способность 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 ОС-8);
- способность применять основы правовых знаний в различных сферах деятельности (УК ОС-9);
- способность принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности (УК ОС-10);
- способность использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах (УК ОС-11);
- способность формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности (УК ОС-12).

2. Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций

2.1 Государственный экзамен

Код компетенции	Наименование компетенции	Показатель сформированности	Критерии оценивания	Способ/средство оценивания
ПКС-2	способность анализировать горно-геологическую информацию о свойствах и характеристиках минерального сырья и вмещающих пород для выбора эффективной технологии переработки	способен анализировать горно-геологические характеристики и свойства минерального сырья и вмещающих пород	демонстрирует навыки анализа горно-геологических характеристик и свойств минерального сырья и вмещающих пород для выбора технологии переработки руд	ответы на вопросы билета и членов ГЭК
ПКС-3	способность выбирать технологию производства работ по обогащению полезных ископаемых и составлять необходимую документацию	способен выбирать технологию производства работ по обогащению полезных ископаемых разных видов и минерального сырья	демонстрирует навыки выбора технологии обогащения минерального техногенного сырья, навыки составления технической документации	ответы на вопросы билета и членов ГЭК
ПКС-4	способность выбирать и рассчитывать основные технологические параметры эффективного и экологически безопасного производства работ по переработке и обогащению минерального сырья	способен рассчитывать технологические показатели работ по обогащению минерального сырья	выполняет расчет технологических параметров работ по переработке и обогащению минерального сырья	ответы на вопросы билета и членов ГЭК
ПКС-5	способность выбирать и рассчитывать параметры основного и вспомогательного оборудования обогатительных производств	владеет навыком выбора и расчета параметров основного и вспомогательного оборудования обогатительных производств	осуществляет выбор и расчет основного и вспомогательного обогатительного оборудования	ответы на вопросы билета и членов ГЭК
ПКС-6	способность разрабатывать и обслуживать проекты производства работ по транспортированию, обогащению и хранению руды и продуктов обогащения с учетом требований промышленной и экологической безопасности	владеет навыком разрабатывать и обслуживать проекты производства работ по транспортированию, обогащению и хранению руды и продуктов обогащения с учетом требований промышленной и экологической безопасности	демонстрирует способность разработки проектного решения для реализации производства работ по транспортированию, хранению и переработке минерального и техногенного сырья	ответы на вопросы билета и членов ГЭК
ПКС-7	способность разрабатывать и реализовывать проекты	способен технологически грамотно производить размещение основного	имеет навыки разработки проектов производства работ по переработке	ответы на вопросы билета и членов ГЭК

	производства работ по переработке минерального и техногенного сырья на основе современной методологии проектирования обогатительных фабрик, формировать генеральный план и компоновочные решения по различным обогатительным переделам	и вспомогательного оборудования в цехах обогатительных фабрик с использованием программ специального назначения	минерального и техногенного сырья, знает принципы формирования генерального плана обогатительной фабрики и компоновки оборудования	
ПКС-8	способность применять современные информационные технологии и автоматизированные системы при проектировании обогатительных производств	способен осуществлять проектирование обогатительных производств с использованием современных информационных технологии и автоматизированных систем	владеет знаниями о современных информационных технологиях и автоматизированных системах, используемых при проектировании обогатительных фабрик/цехов	ответы на вопросы билета и членов ГЭК

2.2 Выпускная квалификационная работа

Код компетенции	Наименование компетенции	Показатель сформированности	Критерии оценивания	Способ/средство оценивания
<i>Универсальные компетенции</i>				
УК ОС-1	способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	выполняет поиск информации о проблемной ситуации, проводит аргументированный критический анализ проблемной ситуации, предлагает стратегию действий на основе системного подхода	содержание ВКР основано на результатах критического анализа фактов, полученных из различных источников, и изложено в логической последовательности. Выявленная проблема, предложенные решения и стратегия действий основаны на системном анализе проблемной ситуации. Принятые решения аргументированы на основе критического анализа фактических данных	содержание ВКР, отзыв руководителя ВКР. Портфолио обучающегося: опубликованные статьи по тематике ВКР (при наличии), сертификаты участника научно-практических конференций (при наличии), дипломы олимпиад, профессиональных конкурсов (при наличии)
УК ОС-2	способность управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	планирует и организует реализацию проекта с учетом последовательности этапов жизненного цикла проекта, требований к результату и к реализации проекта, имеющимся ресурсам и ограничениям, оформляет и представляет результаты проекта, фиксирует опыт, приобретенный при выполнении проекта	работы по ВКР спланированы и выполнены в заданный срок, с соблюдением требований к реализации проекта и последовательности этапов жизненного цикла проекта. Результаты ВКР соответствуют предъявляемым требованиям и оформлены надлежащим образом. Предложенные решения учитывают имеющиеся ресурсы и ограничения. При обосновании принятых решений и в ответах на вопросы опирается на опыт, приобретенный в ходе обучения и при выполнении ВКР. На защите	содержание ВКР, доклад, ответы на вопросы ГЭК, отзыв руководителя ВКР. Портфолио обучающегося: опыт проектной деятельности в ходе обучения и во внеучебной деятельности (при наличии)

			ВКР представляет и защищает самостоятельно разработанный проект с обоснованием ресурсов и ограничений при его разработке и реализации и фиксацией полученного опыта	
УК ОС-3	способность организовывать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели	организует и руководит работой в команде, вырабатывает командную стратегию достижения поставленной цели, и контролирует ее достижение, используя основные способы и нормы социального взаимодействия и организации командной работы	самостоятельно представляет и защищает результаты ВКР, используя принятые нормы и способы социального взаимодействия. Приводит в выполнении ВКР взаимодействовал с экспертами в соответствующей профессиональной сфере, выбирая соответствующую ролевую позицию для сбора и анализа необходимой информации, решения поставленных задач, экспертной оценки принятых решений. Вырабатывает стратегию применения результатов ВКР в соответствующей профессиональной деятельности	содержание ВКР, доклад, ответы на вопросы ГЭК, отзывы руководителя ВКР. Портфолио обучающегося: опыт командной работы в рамках проектной деятельности в ходе обучения и во внеучебной деятельности (при наличии).
УК ОС-4	способность применять современные коммуникативные технологии на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах) для академического профессионального взаимодействия	осуществляет коммуникацию в рамках академического профессионального взаимодействия в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и на иностранном языке, используя современные коммуникативные технологии, соответствующие нормы и способы деловой коммуникации	содержание ВКР изложено грамотно и логически последовательно на государственном языке Российской Федерации, с соблюдением норм правил академической и профессиональной коммуникации в письменной форме. Использован один или несколько источников информации на иностранном языке, приведены корректные ссылки на них. В ответах на вопросы соблюдает нормы и правила академической профессиональной коммуникации в устной форме	содержание ВКР, доклад, ответы на вопросы ГЭК, отзывы руководителя ВКР. Портфолио обучающегося: сертификаты по владению иностранным языком (при наличии). Зачетная книжка: результаты сдачи квалификационного экзамена по иностранному языку.

УК ОС-5	способность анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	понимает и адекватно воспринимает межкультурное разнообразие общества, комплексно анализирует причины и последствия культурных различий, знает и учитывает особенности различных культур при межкультурном взаимодействии		портфолио обучающегося: опыт межкультурной коммуникации во внеучебной деятельности (при наличии). Зачетная книжка: результаты промежуточной аттестации по философии и истории.
УК ОС-6	способность определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни	ставит цели и задачи, обоснованно определяя их приоритетность, эффективно планирует и контролирует собственное время и организует свою деятельность для достижения поставленных целей, применяет на практике методики и принципы самооценки, саморазвития и самообразования	успешно спланировал и организовал свою деятельность по выполнению ВКР и выполнил ВКР в заданный срок. Обоснованно сформулировал цель ВКР, определил приоритетность задач по выполнению ВКР. Самостоятельно собрал информацию и решил задачи, необходимые для выполнения и представления результатов ВКР к защите, используя опыт, полученный в ходе обучения и при прохождении практик	содержание ВКР, доклад, ответы на вопросы ГЭК, отзыв руководителя ВКР. Портфолио обучающегося: опыт самоорганизации, саморазвития и самообразования в рамках проектной деятельности и во внеучебной деятельности (при наличии), сертификаты об освоении онлайн-курсов, программ дополнительного образования (при наличии)
УК ОС-7	способность поддерживать уровень физической подготовленности, достаточный для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	применяет на практике средства и методы физической культуры для сохранения и укрепления здоровья, личного физического совершенствования, ведения		портфолио обучающегося: участие во внеучебных спортивных мероприятиях (при

		здорового образа жизни		наличии). Зачетная книжка: результаты промежуточной аттестации по физической культуре и спорту, элективным курсам по физической культуре и спорту.
УК ОС-8	способность 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 возникновения чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	придерживается принципов сохранения природной среды и обеспечения устойчивого развития общества, учитывает нормы и правила безопасности жизнедеятельности, потенциальные опасности и риски и принимает меры по их предупреждению, готов применять методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	принятые решения учитывают требования по охране труда и безопасности жизнедеятельности. Проведена оценка потенциальной опасности и предложены меры по её предупреждению.	содержание ВКР, доклад, ответы на вопросы ГЭК, отзыв руководителя ВКР. Портфолио обучающегося: участие во внеучебных мероприятиях по обеспечению безопасности жизнедеятельности в условиях чрезвычайных ситуаций (при наличии). Зачетная книжка: результаты промежуточной аттестации по дисциплине «безопасность жизнедеятельности».
УК ОС-9	способность применять основы правовых знаний в различных сферах деятельности	обладает основными правовыми знаниями, применяет их при решении задач в различных сферах социальной и профессиональной деятельности и осознает правовые	ВКР выполнена с учетом требований законодательства Российской Федерации, правовых норм соответствующих сферах социальной и профессиональной деятельности	содержание ВКР, доклад, ответы на вопросы ГЭК, отзыв руководителя ВКР. Зачетная книжка:

		последствия своих действий либо бездействия		результаты промежуточной аттестации по правоведению.
УК ОС-10	способность принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	Обладает экономическими знаниями, ориентируется в экономических процессах для принятия обоснованных решений в различных сферах деятельности	Принятые решения учитывают экономические соображения и направлены на достижение необходимого соотношения величины затрат и качества. Выполнен экономический анализ предложенных решений	Содержание ВКР, доклад, ответы на вопросы ГЭК, отзыв руководителя ВКР. Зачетная книжка: результаты промежуточной аттестации по экономике.
УК ОС-11	способность использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах	владеет навыками взаимодействия с людьми с ограниченными возможностями здоровья, знает принципы организации инклюзивной среды в социальной и профессиональной сферах	при необходимости использует базовые дефектологические знания и принципы организации инклюзивной среды в ходе работы над ВКР	портфолио обучающегося: опыт взаимодействия с людьми с ограниченными возможностями здоровья в рамках волонтерской деятельности и социальных проектов (при наличии). Зачетная книжка: результаты промежуточной аттестации по дисциплине «основы инклюзивного взаимодействия». При наличии в ВКР вопросов, связанных с инклюзивным взаимодействием: содержание ВКР,

				доклад, ответы на вопросы ГЭК.
УК ОС-12	способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупции поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности	соблюдает в профессиональной среде принципы поведения, противодействующего экстремизму, терроризму, коррупции	в ходе работы над ВКР соблюдает принципы антикоррупционного поведения, при необходимости применял знания о мерах профилактики и противодействия коррупции, экстремизму, терроризму	портфолио обучающегося: опыт участия в мероприятиях и социальных проектах антикоррупционной тематики (при наличии) Зачетная книжка: результаты промежуточной аттестации по дисциплине «правоведение». При необходимости: ответы на вопросы ГЭК, отзыв руководителя ВКР.
Общепрофессиональные компетенции				
ОПК ОС-1	способен применять законодательные основы в областях недропользования, обеспечения экологической и промышленной безопасности при поисках, разведке и разработке месторождений твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов	использует нормативные документы в области недропользования и обеспечения экологической и промышленной безопасности при проектировании предприятий по переработке твердых полезных ископаемых	выполнен анализ опасных и вредных производственных факторов и разработаны меры по их снижению с учетом требований законодательства в сфере обеспечения экологической и промышленной безопасности	содержание ВКР, доклад, презентация, ответы на вопросы членов ГЭК
ОПК ОС-2	способен с естественнонаучных позиций оценивать строение и состав месторождений, а также применять навыки анализа горно-геологических условий при решении задач по рациональному и	оценивает с естественнонаучных позиций химический и минеральный состав полезных ископаемых, применяет необходимые знания для выбора технологии переработки руд с учетом рационального и	ВКР содержит информацию о химическом, вещественном и минеральном составе руды. Выбор технологии переработки руд выполнен с учетом требований рационального и комплексного	содержание ВКР, доклад, презентация, ответы на вопросы членов ГЭК

	комплексному освоению георесурсного потенциала недр	комплексного освоения недр	использования минерального сырья	
ОПК ОС-3	способен применять методы геолого-промышленной оценки месторождений полезных ископаемых, горных отводов; оценивать строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений полезных ископаемых	применяет методы геолого-промышленной оценки месторождений твердых полезных ископаемых	в пояснительной записке ВКР приведена характеристика сырьевой базы месторождения	содержание ВКР, доклад, презентация, ответы на вопросы членов ГЭК
ОПК ОС-4	способен применять методы анализа, знания закономерностей поведения, управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов	способен анализировать закономерности управления свойствами горных пород в процессах переработки твердых полезных ископаемых	в ВКР представлена технология переработки твердых полезных ископаемых	содержание ВКР, доклад, презентация, ответы на вопросы членов ГЭК
ОПК ОС-5	способен применять санитарно-гигиенические нормативы и правила при поисках, разведке и разработке месторождений твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов	использует санитарно-гигиенические нормативы и правила при проектировании предприятий по переработке твердых полезных ископаемых	проектные решения выполнены с учетом санитарно-гигиенических нормативов и правил	содержание ВКР, доклад, презентация, ответы на вопросы членов ГЭК
ОПК ОС-6	способен работать с программным обеспечением общего, специального назначения и моделирования горных и геологических объектов	демонстрирует умение работы с программным обеспечением общего и специального назначения	ВКР выполнена с применением современных информационных технологий. Работает с программными средствами общего и специального назначения, представляет информацию в требуемом формате	содержание ВКР, доклад, презентация, ответы на вопросы членов ГЭК
ОПК ОС-7	способен применять основные принципы технологий и осуществлять техническое руководство горными и взрывными	готов осуществлять непосредственное управление процессами на обогатительной фабрике, в том числе в условиях	демонстрирует профессиональный рост за время от начала обучения до защиты ВКР	доклад, ответы на вопросы членов ГЭК

	работами при поисках, разведке и разработке месторождений твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов, непосредственно управлять процессами на производственных объектах, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций	чрезвычайных ситуаций		
ОПК ОС-8	способен применять методы обеспечения промышленной безопасности, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций, разрабатывать и реализовывать планы мероприятий по снижению техногенной нагрузки производства в сфере профессиональной деятельности	демонстрирует навыки разработки планов мероприятий по снижению техногенной нагрузки производства на окружающую среду при переработке твердых полезных ископаемых	в ВКР описаны мероприятия по снижению техногенной нагрузки производства на окружающую среду	содержание ВКР, доклад, ответы на вопросы членов ГЭК
ОПК ОС-9	способен определять пространственно-геометрическое положение объектов, осуществлять необходимые геодезические и маркшейдерские измерения, обрабатывать и интерпретировать их результаты	умеет обрабатывать и интерпретировать результаты	и расположение проектируемых цехов (фабрики) выполнено с учетом пространственно-геометрического положения объектов, в приложении приведены генеральный и ситуационный планы фабрики/ГОК	содержание ВКР, доклад, ответы на вопросы членов ГЭК
ОПК ОС-10	способен оперативно устранять нарушения производственных процессов, вести первичный учет выполняемых работ, анализировать оперативные и текущие показатели производства, обосновывать предложения по совершенствованию организации производства	демонстрирует навыки устранения нарушения производственных процессов на обогатительной фабрике, анализа оперативных и текущих показателей производства, обоснования предложений по совершенствованию организации производства	в ВКР приведено обоснование предложений по совершенствованию технологии и организации обогатительного производства на основании анализа оперативных и текущих показателей производства, опыта производственной деятельности, полученного ходе прохождения практик	содержание ВКР, доклад, презентация, ответы на вопросы членов ГЭК
ОПК ОС-11	способен разрабатывать проектные инновационные решения в составе	готов к разработке проектных инновационных решений по	ВКР содержит проектные инновационные решения по	содержание ВКР, доклад, ответы на

	творческих коллективов и самостоятельно, контролировать соответствие проектов требованиям стандартов, техническим условиям и документам промышленной безопасности, разрабатывать, согласовывать и утверждать в установленном порядке технические и методические документы в области профессиональной деятельности	переработке твердых полезных ископаемых	переработке твердых полезных ископаемых	вопросы членов ГЭК
ОПК ОС-12	способен участвовать в исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов	демонстрирует навыки исследования объектов обогатительного производства	на основании выполненных исследований объектов обогатительного производства в ВКР приведено рациональное решение по комплексному обогащению минерального и техногенного сырья	содержание ВКР, доклад, ответы на вопросы членов ГЭК
ОПК ОС-13	способен выполнять маркетинговые исследования, проводить экономический анализ затрат для реализации технологических процессов и производства в целом	демонстрирует навыки выполнения маркетинговых исследований при подборе необходимого обогатительного оборудования, способен проводить экономический анализ затрат для реализации технологических процессов обогащения твердых полезных ископаемых	ВКР содержит раздел «Экономическая часть»	содержание ВКР, доклад, ответы на вопросы членов ГЭК
ОПК ОС-14	способен участвовать в разработке и реализации образовательных программ в сфере профессиональной деятельности	участвует в разработке и реализации образовательных программ профессиональной подготовки в сфере горно-обогатительного производства	демонстрирует способность участвовать в разработке методических материалов	ответы на вопросы членов ГЭК
ОПК ОС-15	способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	демонстрирует способность выбора автоматизированных систем управления производством на обогатительной фабрике	ВКР содержит раздел по автоматизации технологических процессов	содержание ВКР, доклад, презентация, отзыв руководителя, ответы на вопросы членов ГЭК

<i>Профессиональные компетенции</i>				
ПКС-1	способность демонстрировать навыки ведения и организации технологических процессов добычи и переработки твердых полезных ископаемых	способен анализировать и организовывать технологические процессы переработки полезных ископаемых для их комплексного и рационального использования	навыки организации технологических процессов переработки твердых полезных ископаемых отражены в разделах «Основная часть», «Экономическая часть» ВКР	содержание ВКР, доклад, презентация, отзыв руководителя, ответы на вопросы членов ГЭК
ПКС-2	способность анализировать горно-геологическую информацию о свойствах и характеристиках минерального сырья и вмещающих пород для выбора эффективной технологии переработки	осуществляет выбор эффективной технологии переработки руд на основе горно-геологических характеристик минерального сырья и вмещающих пород	ВКР содержит информацию о свойствах и характеристиках минерального сырья и вмещающих пород, необходимую для выбора эффективной технологии переработки руд	содержание ВКР, доклад, презентация, ответы на вопросы членов ГЭК
ПКС-3	способность выбирать технологию производства работ по обогащению полезных ископаемых и составлять необходимую документацию	готов к выбору технологии переработки руд и составлению необходимой технической документации	в ВКР представлена технология обогащения полезных ископаемых («Основная часть»)	содержание ВКР, доклад, презентация, ответы на вопросы членов ГЭК
ПКС-4	способность выбирать и рассчитывать основные технологические параметры эффективного и экологически безопасного производства работ по переработке и обогащению минерального сырья	готов выбирать и рассчитывать основные технологические показатели эффективного и экологически безопасного производства работ по переработке минерального сырья	ВКР содержит расчет качественно-количественной и водно-шламовой схем обогащения	содержание ВКР, доклад, презентация, ответы на вопросы членов ГЭК
ПКС-5	способность выбирать и рассчитывать параметры основного и вспомогательного оборудования обогатительных производств	готов выбирать и рассчитывать параметры основного и вспомогательного оборудования обогатительных производств	ВКР приведен выбор, обоснование и расчет основного и вспомогательного обогатительного оборудования	содержание ВКР, доклад, презентация, ответы на вопросы членов ГЭК
ПКС-6	способность разрабатывать и обслуживать проекты производства работ по транспортированию, обогащению и хранению руды и продуктов обогащения с учетом требований промышленной и экологической безопасности.	готов разрабатывать и обслуживать проекты производства работ по транспортированию, обогащению и хранению руды и продуктов обогащения с учетом требований промышленной и экологической безопасности	в ВКР рассмотрены вопросы производства работ по транспортированию, обогащению и хранению руды и продуктов обогащения	содержание ВКР, доклад, презентация, ответы на вопросы членов ГЭК

ПКС-7	<p>способность разрабатывать и реализовывать проекты производства работ по переработке минерального и техногенного сырья на основе современной методологии проектирования обогатительных фабрик, формировать генеральный план и компоновочные решения по различным обогатительным переделам</p>	<p>готов к разработке и реализации технологических решений по переработке минерального и техногенного сырья на основе современного подхода к проектированию обогатительных фабрик</p>	<p>ВКР содержит выбор и обоснование разработанной технологии обогащения полезных ископаемых, генеральный план и компоновочные решения обогатительных фабрик/цехов</p>	<p>содержание ВКР, доклад, презентация, ответы на вопросы членов ГЭК</p>
ПКС-8	<p>способность применять современные информационные технологии и автоматизированные системы при проектировании обогатительных производств</p>	<p>готов применять современные информационные технологии и автоматизированные системы при моделировании технологических процессов и проектировании обогатительных производств</p>	<p>ВКР содержит раздел по автоматизации технологических процессов</p>	<p>содержание ВКР, доклад, презентация, ответы на вопросы членов ГЭК</p>
ДК-1	<p>способность осуществлять деятельность, находящуюся за пределами профессиональной сферы</p>	<p>осваивает деятельность за пределами основной профессиональной сферы и решает профессиональные задачи, связанные с этой деятельностью</p>	<p>принятые решения учитывают влияние смежных сфер профессиональной деятельности</p>	<p>Содержание ВКР, доклад, ответы на вопросы ГЭК, отзыв руководителя ВКР. Портфолио обучающегося: результаты учебной и внеучебной деятельности за пределами основной профессиональной сферы (при наличии). Зачетная книжка: результаты промежуточной аттестации по дисциплинам дополнительного модуля.</p>

3. Шкалы оценивания

3.1 Шкала оценивания государственного экзамена

Государственный экзамен проводится по нескольким основным дисциплинам образовательной программы, результаты освоения которых имеют определяющее значение для профессиональной деятельности выпускников. Государственный экзамен проводится в устной форме

Критерии оценки	Оценка
Дан правильный всесторонне обоснованный ответ на поставленный вопрос или дано правильное решение задачи, при этом обучающимся проявлены глубокие теоретические знания и умения решать практические задачи на повышенном профессиональном уровне	Отлично
Дан полный ответ на поставленный вопрос, но допущены отдельные неточности в формулировках или дан правильный ход решения задачи, но ответ неверный; ответы обучающегося в целом свидетельствуют о достаточных теоретических знаниях и об умении профессионально решать практические задачи	Хорошо
Дан правильный, но не в полном объеме ответ на поставленный вопрос, отсутствуют точности и четкости в изложении формулировок или ход решения задачи правильный без конечного результата; обучающимся проявлены минимально необходимые теоретические знания и ограниченное умение решать профессиональные задачи	Удовлетворительно
Нет ответа на поставленный вопрос или ответ неверный; отсутствует решение задачи или ход решения выбран неправильно; в ответах обучающегося имеют место грубые ошибки, свидетельствующие о серьезных пробелах в его теоретических и практических профессиональных знаниях.	Неудовлетворительно

3.2 Шкала оценивания результатов защиты ВКР

За основу принимаются следующие критерии, с учетом степени освоения компетенций:

- актуальность темы;
- научно-практическое значение темы;
- качество выполнения работы;
- содержательность доклада и ответов на дополнительные вопросы членов государственной экзаменационной комиссии;
- наглядность представленных результатов исследования в форме презентации;
- портфолио выпускника.

При выставлении оценки за выпускную квалификационную работу учитывается работа выпускника и портфолио. По пятибалльной шкале отдельно оценивается:

- качество текста представленной выпускной квалификационной работы;
- доклад выпускника и ответы на дополнительные вопросы членов государственной экзаменационной комиссии.

Портфолио (электронное портфолио обучающегося) предоставляется в ГЭК на защите ВКР и содержит дополнительную информацию об учебных и внеучебных достижениях выпускника за весь срок обучения по основной образовательной программе.

Критерии оценки	Оценка
<p>Работа выполнена в срок, оформление, структура и стиль работы соответствуют требованиям. Работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы. Сделаны практические предложения, рассчитан эффект от рекомендуемых мероприятий. Использовано оптимальное количество литературы и источников по теме работы. Автор работы владеет методикой исследования. Тема работы раскрыта полностью.</p> <p>Выступление выстроено логично и последовательно, четко отражает результаты исследования. При защите студент дает правильные и обоснованные ответы на вопросы, свободно ориентируется в тексте работы, убедительно защищает свою точку зрения.</p>	<p>5 (отлично)</p>
<p>Работа выполнена в срок; в оформлении, структуре и стиле работы нет грубых ошибок. Работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы, даны практические рекомендации, указан предполагаемый эффект от их внедрения. Используются основная литература и источники по теме работы, работа может иметь некоторые недостатки в проведенном исследовании в изучении источников. Тема работы в целом раскрыта.</p> <p>Выступление выстроено логично и последовательно, достаточно хорошо отражает результаты исследования. При защите студент дает правильные ответы на большинство вопросов, хорошо ориентируется в тексте работы, достаточно обосновано защищает свою точку зрения.</p>	<p>4 (хорошо)</p>
<p>Работа выполнена с нарушениями графика, в оформлении, структуре и стиле работы есть недостатки. Работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы, носящие общий характер. Даны практические рекомендации, но эффект от их внедрения не назван, либо не подкреплён расчетом. Литература и источники по теме работы использованы в недостаточном объеме, их анализ слабый или вовсе отсутствует. Тема работы раскрыта не полностью.</p> <p>Выступление выстроено не вполне последовательно, с нарушением логики, недостаточно четко отражает результаты исследования. При защите студент отвечает на вопросы неуверенно или допускает ошибки, не может убедительно защищать свою точку зрения.</p>	<p>3 (удовлетворительно)</p>
<p>Значительная часть работы является заимствованным текстом и носит несамостоятельный характер. Содержание работы не соответствует ее теме. При написании работы не были использованы современные источники и литература. Оформление работы не соответствует требованиям.</p> <p>В докладе студента отсутствует логика и последовательность, не приведены результаты исследования. Студент не ориентируется в тексте работы, при защите допускает грубые фактические ошибки при ответах на поставленные вопросы или вовсе не отвечает на них.</p>	<p>2 (неудовлетворительно)</p>

4 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения образовательной программы

4.1 Общая характеристика выпускной квалификационной работы

К выпускной квалификационной работе специалиста предъявляются следующие требования:

- Выпускная квалификационная работа является самостоятельной, законченной работой проектной направленности.
- Выпускная квалификационная работа призвана продемонстрировать соответствие подготовки выпускника компетенциям, предусмотренным учебными планами по

программе специализации «Обогащение полезных ископаемых», а также раскрыть их творческий и научный потенциал.

- Выпускная работа включает в себя результаты, полученные в период прохождения производственной и преддипломной практик под общим руководством руководителя в течение всего периода обучения в университете.

Тема ВКР выбирается обучающимся совместно с руководителем, при этом следует руководствоваться следующим: тема должна быть актуальной, соответствовать современному состоянию и перспективам развития в области обогащения полезных ископаемых, учитывать степень проработанности и освещенности ее в литературе; интересами и потребностями предприятий, на материалах которых выполнена работа.

Обучающемуся предоставляется право предложить собственную тему ВКР при наличии обоснования ее актуальности и целесообразности либо заявки предприятия. После выбора темы ВКР ее обсуждают на заседании кафедры и утверждают приказом ректора. После утверждения тем ВКР, они доводятся до сведения обучающихся не позднее чем за 6 месяцев до даты начала государственной итоговой аттестации с использованием информационных ресурсов университета.

Примерная тематика (направлений) ВКР:

1. Проект цеха дробления и измельчения ГОК «Лунное»
2. Проектирование цеха гравитационного обогащения золотосодержащей руды месторождения Мальдяк (Магаданская область)
3. Проект золотоизвлекательной фабрики на месторождении «Многовершинное»
4. Проект линии рудоподготовки на обогатительной фабрике ООО «ГРК Быстринское»
5. Проектирование цеха дробления и измельчения ЗИФ на месторождении «Сосновое»
6. Особенности переработки руд месторождения «Правоурмийское» на обогатительной фабрике
7. Проект схемы рудоподготовки золотосодержащей руды на ООО «Ресурсы Албазино»
8. Проект отделения обезвоживания шламов на ОФ Чегдомын
9. Проект опытно-промышленной установки по переработке лежалых хвостов Хинганского месторождения олова
10. Проектирование гравитационного модуля на ЗИФ ООО «Тардан Голд»
11. Проект схемы дробления железосодержащей руды на ПАО Коршуновский ГОК
12. Проект цеха флотации тонкодисперсного золота одного из месторождений Дальнего Востока РФ
13. Проект цеха гравитационного обогащения золотосодержащей руды на ЗИФ 2 ПАО «Высочайший»
14. Разработка технологии извлечения ценных компонентов из гидроминерального сырья
15. Проектирование цеха измельчения и гравитационного обогащения на ООО «Соврудник»
16. Проект цеха обогащения золотосодержащей руды месторождения Майское УК «Полиметалл»
17. Проект цеха дробления медно-молибденовой руды на месторождении «Эрдэнэт»
18. Проект цеха основного обогащения ГОК «Лунное»
19. Проект главного корпуса обогатительной фабрики на базе Au-Ag руд Дукатского месторождения
20. Проект схемы медно-молибденовой руды на базе месторождения «Эрдэнэтийн-овоо».

Тему выпускной квалификационной работы не следует формулировать слишком широко, а по возможности, четко и лаконично. Тема должна полно отражать суть решаемой в работе задачи.

Тема выпускной квалификационной работы, как правило, базируется на конкретном производственном материале, собранном обучающимся в процессе прохождения производственной и преддипломной практик, или может быть предложена кафедрой в рамках выполняемых ею научно-исследовательских работ.

По письменному заявлению студента кафедра может предоставить ему возможность подготовки и защиты выпускной квалификационной работы по теме, предложенной студентом в случае обоснованности целесообразности ее разработки для практического применения в соответствующей области профессиональной деятельности или на конкретном объекте профессиональной деятельности.

Изменение темы выпускной квалификационной работы допускается по заявлению студента, с обоснованием причины, и визами руководителя выпускной квалификационной работы, заведующего кафедрой Обогащения полезных ископаемых и охраны окружающей среды и директора института недропользования, не позднее начала государственной итоговой аттестации, согласно календарному учебному графику.

В случае, если тематика выпускной квалификационной работы предполагает в себе наличие сведений, составляющих государственную, коммерческую и служебную тайну, в заявлении на утверждение темы выпускной квалификационной работы научный руководитель должен поставить отметку, что работа подлежит рассмотрению экспертной комиссией института недропользования, которая принимает решение о возможности ее размещения или не размещения в электронной библиотечной системе. Указанное решение подтверждается заключением экспертной комиссии института недропользования.

Руководство, консультирование и рецензирование выпускных квалификационных работ

Для подготовки выпускной квалификационной работы за обучающимся приказом ректора закрепляется руководитель выпускной квалификационной работы и, консультанты по разделам выпускной квалификационной работы.

Руководителями выпускных квалификационных работ назначаются лица из числа профессорско-преподавательского состава выпускающей кафедры, занимающие должности доцента, профессора, заведующего кафедрой либо директора института. В качестве исключения, по согласованию с заведующим выпускающей кафедрой, допускается назначение руководителем выпускной квалификационной работы преподавателя другой кафедры университета.

Обучающийся совместно с руководителем уточняет формулировку темы (до ее утверждения), руководитель советует, как приступить к ее рассмотрению, корректирует план работы и дает рекомендации по источникам информации и сбору материала, а также оказывает студенту помощь в разработке графика выполнения работы.

На последующих этапах студент консультируется с руководителем о привлечении необходимых нормативных, литературных и практических материалов. Студент выполняет указания по внесению исправлений и изменений в предварительный вариант работы (как по содержанию, так и по оформлению). Студенту следует периодически (в соответствии с заданием) предоставлять информацию и материал руководителю в ходе подготовки выпускной квалификационной работы. Важно иметь в виду, что руководитель не является ни соавтором, ни редактором выпускной квалификационной работы, и студент не должен рассчитывать на то, что руководитель обязан исправлять имеющиеся в выпускной квалификационной работе орфографические, стилистические и иные ошибки.

Список консультантов представляется дирекцией института недропользования в Центр карьеры ИРНТУ и доводится до студентов в срок не позднее, чем за 2 месяца до

даты начала государственной итоговой аттестации согласно календарному учебному графику.

После завершения подготовки студентом выпускной квалификационной работы руководитель представляет на выпускающую кафедру письменный отзыв о работе студента в период подготовки выпускной квалификационной работы.

В случае выполнения выпускной квалификационной работы несколькими студентами руководитель представляет на выпускающую кафедру отзыв об их совместной работе в период подготовки выпускной квалификационной работы. В отзыве должны быть отражены следующие моменты: актуальность темы, степень реализации поставленной в работе цели, степень самостоятельности при написании выпускной квалификационной работы, уровень теоретической подготовки автора, его знание основных концепций и научной литературы по избранной теме, использованные методы и приемы анализа, обоснованность выводов, грамотность изложения материала, наличие и качество иллюстративного материала, качество оформления. Особое внимание обращается на имеющиеся в работе и отмеченные ранее недостатки, не устраненные выпускником. Руководитель обосновывает возможность или нецелесообразность представления выпускной квалификационной работы к защите. При этом руководитель выставляет оценку работе и рекомендует или не рекомендует к защите.

При успешном прохождении процедуры предзащиты выпускной квалификационной работы на выпускающей кафедре заведующий кафедрой решает вопрос о допуске студента к защите, делая об этом соответствующую запись на титульном листе выпускной квалификационной работы.

В случае если заведующий кафедрой не считает возможным допустить выпускника к защите выпускной квалификационной работы, этот вопрос рассматривается на заседании кафедры и представляется на утверждение директору института.

Рецензирование выпускной квалификационной работы

Выпускные квалификационные работы по программе специалитета 21.05.04 – Горное дело подлежат рецензированию. Выпускные квалификационные работы, допущенные к аттестации руководителем, в обязательном порядке проходят внешнее рецензирование.

Рецензентов отбирает ответственный руководитель по научной работе кафедры. Для проведения рецензирования выпускной квалификационной работы направляется одному или нескольким рецензентам из числа лиц, не являющихся работниками университета. К рецензированию должны быть привлечены специалисты из других организаций. Рецензент проводит анализ выпускной квалификационной работы и представляет в университет письменную рецензию.

Назначение рецензента, являющегося специалистом в соответствующей области профессиональной деятельности, осуществляется заведующим выпускающей кафедрой в день поступления завершенной выпускной квалификационной работы (с отзывом руководителя) на кафедру.

Основные сведения о рецензировании ВКР представлены в документе: Порядок организации рецензирования ВКР/НКР в ФГБОУ ВО ИРНИТУ по программам высшего образования - программам специалитета, программам магистратуры, программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре <https://www.istu.edu/local/modules/doc/download/44898>

В рецензии должны быть отмечены следующие моменты: актуальность темы, основные проблемы, рассмотренные в выпускной квалификационной работы, теоретическая и практическая значимость работы, развернутая характеристика каждого раздела работы с выделением положительных сторон и недостатков. В заключении указывается, отвечает ли работа предъявляемым требованиям, какой оценки она заслуживает. Рецензия подписывается рецензентом с указанием его ученой степени,

ученого звания, должности и места работы. Подпись рецензента должна быть заверена руководителем кадровой службы по месту работы и печатью организации.

Проверка на объем заимствования и размещение выпускной квалификационной работы в электронно-библиотечной системе

Все тексты ВКР проверяются на объем заимствования и размещаются в электронно-библиотечной системе.

Обучающийся обязан представить законченную работу для проверки на объем заимствования в подготовленном виде не позднее, чем за десять рабочих дней до даты заседания государственной экзаменационной комиссии.

Основные сведения о проверке на объем заимствования и размещение выпускной квалификационной работы в электронно-библиотечной системе приведены в Положении о проверке на объем заимствования и размещении выпускных квалификационных работ/научно-квалификационных работ (диссертаций) /научных докладов об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) обучающихся ИРНИТУ в электронно-библиотечной системе <https://www.istu.edu/local/modules/doc/download/41745>.

Требования к объему, структуре и оформлению выпускной квалификационной работы

ВКР должна содержать следующие структурные элементы и в следующем порядке:

- Титульный лист;
- Задание;
- Содержание;
- Введение;
- Основная часть;
- Экономическая часть;
- Автоматизация;
- Охрана труда;
- Заключение;
- Список использованных источников;
- Приложения (при необходимости).

Содержание содержит пронумерованные названия глав, параграфов и пунктов выпускной квалификационной работы, с указанием номеров страниц.

Введение содержит:

- обоснование выбора темы ВКР и ее актуальность;
- цель и задачи проекта;
- обоснование теоретической и практической значимости результатов работы;
- краткую характеристику структуры работы.

Основная часть работы состоит из двух или трех глав, содержание которых должно точно соответствовать заявленной теме работы и полностью раскрывать данную тему и сформулированные вопросы.

Главы основной части должны быть сопоставимыми по объему и включать в себя:

- обзор литературных источников по теме работы, практика действующих предприятий по переработке аналогичного сырья;
- горно-геологические условия месторождения, вещественный состав руды;
- технологическая часть с расчетом качественно-количественной и водно-шламовой схем обогащения;
- выбор и обоснование основного и вспомогательного оборудования;
- изложение основных результатов работы.

Экономическая часть содержит расчет технико-экономических показателей и выбор и обоснование организационно-технических решений.

В раздел «Автоматизация» рассмотрена автоматизация технологического процесса на обогатительной фабрике.

Раздел «Охрана труда» предлагает мероприятия по снижению вредных факторов, возникающих в процессе обогащения полезных ископаемых, а также действия, исключающие возникновение аварийных ситуаций.

Заключение обобщает результаты работы и показывает их связь с поставленной целью и задачами, раскрывает практическую значимость полученных результатов. При этом оно не может подменяться механическим повторением выводов по отдельным главам. Заключение не должно составлять более 2 страниц.

Список литературы оформляется в соответствии с требованиями.

В приложения включаются материалы, имеющие дополнительное справочное или документально подтверждающее значение, но не являющиеся необходимыми для понимания содержания ВКР, например, выдержки из отчетных материалов, отдельные положения из инструкций и правил, статистические данные.

Общая структура и правила оформления ВКР представлены в СТО 005-2020 СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА. Учебно-методическая деятельность. Оформление курсовых проектов (работ) и выпускных квалификационных работ технических направлений подготовки и специальностей <https://www.istu.edu/local/modules/doc/download/41649>.

ВКР должна быть написана на русском языке. Текст ВКР следует печатать на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (за исключением листа задания) с размерами полей: сверху – 15 мм, снизу – 20 мм, справа – 10 мм, слева 30 мм. Шрифт – 14 пт. Цвет шрифта должен быть черным.

Рекомендованный объем 80-110 страниц.

4.2 Перечень вопросов государственного экзамена

Блок 1. Гравитационные методы обогащения

1. Равнопадаемость тел в среде. Коэффициент равнопадаемости
2. Основные закономерности стесненного падения.
3. Влияние стесненных условий падения на разделение крупных и мелких зерен.
4. Теоретические основы процесса гравитации. Аппараты для гравитационного обогащения руд.
5. Спиральные классификаторы. Конструкция, принцип действия, область применения. Факторы, влияющие на работу классификаторов.
6. Гидроциклоны. Конструкция, принцип действия, область применения. Факторы, влияющие на работу гидроциклонов.
7. Шлюзы. Основные конструкции, принцип действия, область применения. Факторы, влияющие на работу шлюзов.
8. Концентрационные столы. Теоретические основы и принцип действия. Технология обогащения. Регулирование процесса.
9. Принцип обогащения в восходящих потоках. Общая характеристика и классификация отсадочных машин. Параметры работы отсадочных машин.
10. Винтовые сепараторы и шлюзы. Конструкция, принцип действия, область применения. Факторы, влияющие на работу винтовых сепараторов и шлюзов.
11. Центробежные сепараторы. Конструкция, принцип действия, область применения. Факторы, влияющие на работу центробежных сепараторов.
12. Аппараты для тяжелосреднего обогащения. Сепараторы колесного, конусного, барабанного и других типов. Влияние конструкции сепараторов на разделение.
13. Реологические свойства суспензий.
14. Понятие о россыпях, их классификация по происхождению и промывистости.

15. Промывочные желоба Конструкция, принцип действия, область применения.
16. Гидровашгерт. Конструкция, принцип действия, область применения.
17. Промывочные приборы, лопастные и корытные мойки. Конструкция, принцип действия, область применения.
18. Промывочные приборы барабанного типа. Конструкция, принцип действия, область применения.
19. Выбор технологии и схем гравитационного обогащения.

Блок 2. Подготовка руд и песков к обогащению

1. Дробление, измельчение, грохочение. Основные понятия, назначение операций дробления, измельчения, грохочения. Область применения.
2. Классификация и назначение операций грохочения (вспомогательное, подготовительное, самостоятельное, обезвоживающее).
3. Виды просеивающих поверхностей (колосниковые решета, листовые сита, проволочные сетки). Коэффициент живого сечения.
4. Гранулометрический состав минерального сырья и продуктов обогащения. Методы определения гранулометрического состава.
5. Эффективность процесса грохочения. Факторы, влияющие на эффективность процесса грохочения.
6. Грохоты. Классификация грохотов. Конструктивные особенности, принцип действия, область применения барабанных грохотов.
7. Конструктивные особенности, принцип действия, область применения инерционных (вибрационных) грохотов.
8. Конструктивные особенности, принцип действия, область применения гиацинтовых (полувибрационных) грохотов.
9. Назначение операций дробления.
10. Стадии дробления. Степень дробления. Методы дробления.
11. Классификация дробильно-измельчительного оборудования.
12. Щековые дробилки. Конструкция, принцип действия, область применения, основные технологические характеристики.
13. Конусные дробилки для крупного дробления. Конструкция, принцип действия, область применения, основные технологические характеристики.
14. Конусные дробилки для среднего и мелкого дробления. Конструкция, принцип действия, область применения, основные технологические характеристики.
15. Дробилки ударного действия. Конструкция, принцип действия, область применения, основные технологические характеристики.
16. Барабанные мельницы. Классификация, конструкция, принцип действия, область применения, основные технологические характеристики.
17. Механика процесса измельчения (скоростные режимы, шаровая нагрузка).
18. Шаровые мельницы с центральной разгрузкой, Конструктивные особенности, принцип действия, область применения.
19. Факторы, влияющие на процесс измельчения.
20. Техника безопасности в цехах рудоподготовки. Эксплуатация дробильно-измельчительного и классифицирующего оборудования.

Блок 3. Обезвоживание, пылеулавливание и очистка сточных вод

1. Назначение процессов обезвоживания и их место в схеме обогащения. Основные методы и схемы обезвоживания.
2. Дренажное обезвоживание. Теоретические основы. Обезвоживание в бункерах.
3. Виды влаги и показатели, характеризующие продукты обезвоживания.
4. Схемы обезвоживания крупных и мелких продуктов.

5. Сгущение. Основы процесса.
6. Сгустители с центральным и периферическим приводами. Конструкция, принцип действия, область применения.
7. Пластинчатые сгустители. Конструкция, принцип действия, область применения.
8. Дисковый вакуум-фильтр. Конструкция, принцип действия, область применения.
9. Пресс-фильтры. Конструкция, принцип действия, область применения.
10. Воздухоснабжение обогатительных фабрик.
11. Источники образования пыли на обогатительных фабриках. Аппараты для пылеулавливания
12. Вентиляция производственных зданий. Устройства для очистки воздуха
13. Свойства воды: физические, химические, бактериологические. Основные методы очистки сточных вод.
14. Аппараты для механической очистки сточных вод.
15. Способы и аппараты химической и биологической очистки сточных вод.
16. Водоснабжение обогатительных фабрик. Классификация систем водоснабжения.
17. Канализация. Общие сведения. Канализационные сети.
18. Водопроводная сеть. Общая схема прямоточного водопровода. Свежая и обратная вода.
19. Схемы водоснабжения. Обратное водоснабжение.
20. Сушка. Основы процесса. Свойства сушильного агента. Виды влаги удаляемой в процессе сушки.

Блок 4. Технологии обогащения полезных ископаемых

1. Технология обогащения свинцово-цинковых сульфидных руд
2. Технология обогащения оловосодержащих руд и песков
3. Технология обогащения золотосодержащих руд и песков
4. Технология обогащения алмазосодержащих руд
5. Технология обогащения графитовых и серных руд
6. Технология обогащения медно-молибденовых руд
7. Технология обогащения вольфрамо-молибденовых руд
8. Технология обогащения медных сульфидных и окисленных руд
9. Технология обогащения медно-никелевых руд

Блок 5. Флотационные методы обогащения

1. Технология флотационного процесса (крупность измельчения, влияние плотности пульпы на результаты флотации, реагентный режим, температура пульпы)
2. Характеристика фаз, участвующих во флотационном процессе.
3. Краевые углы смачивания (равновесный и гистерезисный). Определение краевого угла смачивания
4. Разновидности процесса флотации, краткая характеристика
5. Сорбция флотационных реагентов, разновидности
6. Двойной электрический слой на поверхности раздела Т-Ж, его значение при флотации
7. Флотационное оборудование. Классификация флотационных машин, устройство и принцип работы машин механического типа, расчет
8. Понятие флотокомплекса. Способы образования флотокомплекса

Блок 6. Химия и применение флотационных реагентов

1. Ксантогенаты. Способ получения, свойства, область применения.

2. Оксигидрильные реагенты-собиратели. Назначение, механизм действия, примеры применения
3. Катионные реагенты-собиратели. Назначение, механизм действия, примеры применения
4. Реагенты-активаторы. Назначение, механизм действия, примеры применения
5. Классификация реагентов-собираелей. Механизм действия сульфгидрильных собираелей на границе раздела Т-Ж
6. Реагенты-депрессоры. Назначение, механизм действия. Примеры
7. Аполярные реагенты-собиратели, характеристика, механизм действия, подготовка и подача в процесс. Примеры применения
8. Реагенты-пенообразователи. Назначение, классификация, механизм действия

Блок 7. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения

1. Физико-технические характеристики магнитного поля
2. Влияние магнитных свойств магнетита на процесс мокрой магнитной сепарации
3. Условия разделения минеральных зерен в магнитном поле, коэффициент равнопритягиваемости
4. Динамика движения минеральных зерен при магнитной сепарации с верхней подачей материала
5. Классификация процессов, способов, режимов магнитной сепарации
6. Силы, действующие на минеральные зерна в электрическом поле
7. Способы зарядки минеральных зерен перед электрической сепарацией
8. Подготовка материала перед электрической сепарацией
9. Классификация специальных методов обогащения
10. Классификация радиометрических методов обогащения
11. Режимы сортировки, факторы, влияющие на результаты автоматической сортировки
12. Принципиальная схема получения продуктивных растворов при использовании технологии химического обогащения
13. Технология кучного выщелачивания окисленной медной руды

Блок 8. Подъемно-транспортное и хвостовое хозяйство обогатительных фабрик

1. Роль и значение транспортных устройств. Характеристика транспортируемых материалов и грузов
2. Классификация транспортных устройств. Эксплуатация конвейерного транспорта. Самотечные транспортные устройства, желоба и спуски
3. Элеваторы, ж/д и канатный транспорт, бункера
4. Склады, схемы складов, отвалы, условия использования транспорта при образовании отвала, погрузочные устройства
5. Основные сооружения хвостового хозяйства. Способы намыва дамб
6. Хвостовое хозяйство. Укладка сухих и обезвоженных хвостов
7. Насосы, основные типы, область применения
8. Требования ТБ и ООС при организации работ водовоздушного и хвостового хозяйства обогатительной фабрики

Блок 9. Опробование и контроль на обогатительных фабриках

1. Контролируемые параметры технологических процессов на обогатительных фабриках

2. Устройства и техника отбора проб от неподвижных масс
3. Способы отбора проб от перемещающихся масс
4. Точечные пробы, объединенная проба, представительность объединенных проб
5. Выбор числа точечных проб при закономерном изменении свойств массива
6. Ошибка отбора точечных проб
7. Расчет числа, массы точечных проб
8. Технологический и товарный балансы
9. Невязка, причины появления, корректировка балансов
10. Ошибки опробования: случайная, систематическая, вероятная систематическая
11. Типичные операции подготовки проб
12. Организация контроля и опробования на обогатительных фабриках

Блок 10. Проектирование обогатительных фабрик

1. Общие сведения о проектировании обогатительных фабрик. Горно-обогатительный комбинат (ГОК). Состав ГОКа. ОФ в составе ГОКа. Этапы реализации проектов освоения месторождений полезных ископаемых.
2. Комплексный подход к реализации проектов (ЕРС, ЕРСМ).
3. Современные рабочие инструменты проектировщика – специализированные программные комплексы. Проектирование, реализующее плоское и объёмное изображение объектов. ВМ-технологии.
4. Назначение проектной документации при проектировании ОФ. Содержание и состав проектной документации. Стадии проектирования.
5. Виды экспертиз проекта. Главная государственная экспертиза России.
6. Основные понятия и термины в технологии обогащения полезных ископаемых. Требования к рудам и концентратам. Классификация обогатительных фабрик.
7. Предварительная оценка месторождения полезных ископаемых. Технико-экономическое обоснование строительства ГОКа. ТЭО кондиций на минеральное сырьё.
8. Классификация запасов полезных ископаемых. Кондиции руды. Бортовое содержание. Балансовые, забалансовые запасы.
9. Исходные данные для проектирования ОФ. Исследование руд на обогатимость. Технологический регламент. Комплексные инженерные изыскания.
10. Генеральный план ГОКа, принципы взаимного расположения зданий и цехов ГОКа с учетом транспортной схемы продуктов обогащения. Выбор площадки под ОФ.
11. Проектные решения при доставке руды на ОФ. Циклично-поточные технологии (ЦПТ).
12. Проектирование участков рудоподготовки, цехов крупного и среднего дробления. Организация рудных складов, усреднение руды.
13. Применение при проектировании схем рудоподготовки роллер-пресса (валков высокого давления).
14. Проекты участков рудоподготовки с применением мельниц тонкого помола.
15. Проектирование цехов измельчения с применением тонкого грохочения.
16. Размещение оборудования в цехах измельчения, флотации и гравитации.
17. Проектирование участков обезвоживания, сгущения и сушки продуктов обогащения.
18. Проектирование модульных ОФ.
19. Проектирование хвостового комплекса ОФ.
20. Экономика процессов обогащения полезных ископаемых, технико-экономические показатели работ ГОКа и ОФ, их размерность.

Блок 11. Задачи

Задача 1

Рассчитать нормы показателей качества рядового угля по шахте при отправке угля потребителю: среднюю и предельную нормы зольности и среднюю и предельную норму по содержанию влаги, предельное содержание влаги.

№ участка	C (доля участия), %	A ^c _{уч} , %	S ^c _{об} , %	W ^p _{уч} , %
1	48	21,5	2,6	6,0
2	52	23,6	2,4	5,8

Задача 2

Построить кривые крупности и зольности рядового угля

Класс крупности	Выход, %	Зольность, %	Суммарный выход, %	Суммарная зольность, %
50-100	15,0	29,5		
25-50	27,5	20,5		
12-25	22,5	16,3		
0-12	35,0	13,0		
итого	100,0	18,3		

Задача 3

Рассчитать нормы показателей качества рядового угля по шахте при отправке угля потребителю: среднюю и предельную нормы зольности и среднюю и предельную норму по содержанию влаги, предельное содержание влаги.

№ участка	C (доля участия), %	A ^c _{уч} , %	S ^c _{об} , %	W ^p _{уч} , %
1	30	21,3	2,3	6,3
2	70	24,3	2,4	5,8

Задача 4

Определить извлечение меди в концентрат, если при суточной производительности обогатительной фабрики по руде 3000 т получают 90 т концентрата, содержащего 20% меди. Руда поступает на фабрику с двух рудников в равном количестве с содержанием меди соответственно 1% и 0,6%.

Задача 5

Рассчитать, во сколько раз увеличится содержание меди в хвостах, если при одном и том же выходе хвостов извлечение меди в концентрат понизится с 95% до 90%.

Задача 6

Рассчитать технологические показатели переработки железной руды по схемам магнитного и флотационного обогащения: выход концентратов, степень концентрации, извлечение и эффективность обогащения.

Исходные данные:

- а) производительность по руде 4 млн.т/год;
- б) массовая доля (содержание) железа в руде, %: магнетитового -20, гематитового - 8;
- в) массовая доля (содержание) железа в концентратах, %: в магнетитовом - 65; в гематитовом -50;
- г) содержание железа в хвостах, %: в магнетитовых - 5; в гематитовых - 1.

Задача 7

Рассчитать недостающие технологические показатели и заполнить таблицу

Продукты	Выход		Содержание, %		Извлечение, %	
	т	%	Cu	Zn	Cu	Zn
Cu к-т	0,2		14,5	0,3		
Zn к-т	0,324		0,2	36,1		
Хвосты						
Исх. руда	5		0,8	2,6		

Задача 8

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

Задача 9

Рассчитать и выбрать вибрационный грохот для следующих данных: масса исходной руды 500 т/ч; размер отверстия сетки грохота 25 мм; грохочение влажное; $D_{\max}=200$ мм; характеристику руды принять прямолинейной; насыпная плотность 1,8 т/м.

Задача 10

Определить, сколько получится надрешетного продукта из 500 тонн грохотимого материала, если содержание нижнего класса в нем 20%, а эффективность грохочения 90%.

Задача 11

Построить характеристику крупности материала для следующих данных:

Крупность, мм	Выход, г
+20	47
-20+10	106
-10+5	32
-5+2,5	56
-2,5+1,25	81
-1,25+0,63	95
-0,63+0	15

Задача 12

Определить площадь сгущения, количество слива и диаметр сгустителя для сгущаемого продукта с ясно выраженной границей между слоем осветленной жидкости и сгущенным продуктом.

Исходные данные:

- разжиженность исходного и конечного продуктов соответственно 3 и 1,3;
- плотность зерен – 2 т/м³;
- диаметр зерна 0,2 мм;
- производительность сгустителя по твердому, т/ч -150;
- коэффициент использования площади 0,7.

Задача 13

Определить скорость фильтрации дренированием, если количество полученного фильтрата $V=2700$ м³/ч, поверхность фильтра $F=50$ м².

Задача 14

Определить крупность граничного зерна в гидроциклоне при следующих данных:

- а) диаметр гидроциклона, мм -50;
- б) диаметры патрубков, мм-сливного -180; пескового-50;
- в) массовая доля твердого в питании, % - 40;
- г) давление на входе в гидроциклон, Мпа - 0,1;
- д) разность плотностей твердой и жидкой фаз, кг/м^3 -2800.

5. Методические материалы

Защита выпускных квалификационных работ происходит на открытом заседании государственной экзаменационной комиссии (ГЭК) в следующей последовательности:

- председатель ГЭК объявляет фамилию, имя, отчество специалиста-выпускника, зачитывает тему выпускной квалификационной работы;
- специалист-выпускник докладывает о результатах выпускной квалификационной работы. Специалисты, преподаватели, магистранты, студенты и др. задают выпускнику вопросы по теме выпускной квалификационной работы;
- специалист-выпускник отвечает на заданные вопросы;
- секретарь ГЭК зачитывает отзыв руководителя и рецензию на выпускную квалификационную работу, при их отсутствии, или предоставляет слово руководителю и (или) рецензенту;
- специалист-выпускник отвечает на замечания, отмеченные рецензентом;
- секретарь ГЭК предоставляет слово для выступлений членам ГЭК и присутствующих на защите для проведения дискуссии;
- специалисту-выпускнику предоставляется заключительное слово.

После окончания защиты выпускных квалификационных работ, назначенных на текущий день, проводится закрытое заседание ГЭК. Итоговая оценка защиты ВКР выставляется согласно шкале оценивания, представленной в фондах оценочных средств для государственной итоговой аттестации обучающихся.

Заседание ГЭК по каждой защите работы оформляется протоколом. В протокол вносятся все задаваемые вопросы, ответы, особое мнение и решение комиссии о выдаче специалисту-выпускнику диплома. Протокол подписывается Председателем и членами ГЭК. После заседания ГЭК и оформления протоколов выпускникам объявляются результаты защиты работ.

Основные сведения о составе ГЭК, работы комиссии представлены в Положении о проведении государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры в ИРНИТУ.

6. Порядок подачи и рассмотрения апелляций

Основные сведения о порядке подачи и рассмотрении апелляций представлены в Положении о проведении государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования.

Порядок подачи и рассмотрения апелляций результатов государственной итоговой аттестации в ФГБОУ ВО ИРНИТУ по программам высшего образования <https://www.istu.edu/local/modules/doc/download/46227>