

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский национальный исследовательский технический университет»
Институт высоких технологий

Утверждаю:
Председатель
Ученого совета
Института высоких
технологий



Анциферов Е.А.

«16» 02 2026 г.

Программа государственной итоговой аттестации

22.04.02 Металлургия

Совершенствование и оптимизация технологических
процессов производства цветных металлов

магистр

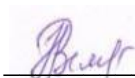
очная

Иркутск 2026

Автор – составитель:

доктор технических наук, профессор,

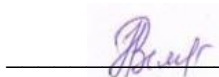
зав. кафедрой металлургии цветных металлов



Немчинова Нина Владимировна

Программа одобрена на заседании кафедры металлургии цветных металлов с участием председателя экзаменационной (государственной экзаменационной) комиссии протокол № 9 от «09» февраля 2026 г.

Заведующая кафедрой



Немчинова Н.В.

Программа утверждена Ученым советом Института высоких технологий протокол №4 от «16» февраля 2026 г.

Содержание

Общие положения	4
1. Программа государственного экзамена.....	4
1.1. Форма проведения государственного экзамена.....	4
1.2. Перечень компетенций, которыми должны овладеть обучающиеся в результате подготовки и сдачи государственного экзамена.....	4
1.3. Перечень вопросов/тем, выносимых на государственный экзамен.....	4
1.4. Рекомендации обучающимся по подготовке к государственному экзамену...4	
1.5. Критерии оценки результатов сдачи государственного экзамена.....	4
1.6. Организация и проведение государственного экзамена.....	4
2. Подготовка и защита выпускной квалификационной работы.....	4
2.1. Перечень компетенций, владение которыми должен продемонстрировать обучающийся при защите выпускной квалификационной работы.....	4
2.2. Требования к выпускной квалификационной работе.....	6
2.2.1. Темы выпускных квалификационных работ.....	6
2.2.2. Руководство, консультирование и рецензирование выпускных квалификационных работ.....	6
2.2.3. Требования к объему, структуре и оформлению выпускной квалификационной работы.....	7
2.2.4. Процедура защиты выпускной квалификационной работы.....	7
2.3. Критерии оценки результатов защиты выпускной квалификационной работы.....	8
3. Порядок подачи и рассмотрения апелляций.....	11

Общие положения

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

Целью ГИА является установление уровня подготовки выпускника высшего учебного заведения к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования направления 22.04.02 «Металлургия» и утвержденным учебным планом подготовки магистра на выполнение выпускной квалификационной работы (ВКР) отводится 9 ЗЕТ, включая ее защиту.

ГИА включает защиту ВКР, включая подготовку к процедуре защиты и защиту выпускной квалификационной работы. Выполнение выпускной квалификационной работы призвано способствовать систематизации, закреплению и совершенствованию полученных обучающимися знаний и профессиональных умений.

ВКР магистранта представляется собой работу научно-исследовательского характера.

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

ВКР должна пройти проверку на объем заимствования (не менее 60% оригинальности текста) и должны быть размещены в электронно-библиотечной системе ИРНИТУ.

1. Программа государственного экзамена

ГИА для программы магистратуры не предусматривает проведение государственного экзамена.

2. Подготовка и защита выпускной квалификационной работы

Выполнение выпускной квалификационной работы призвано способствовать систематизации, закреплению и совершенствованию полученных обучающимися знаний и профессиональных умений.

2.1. Перечень компетенций, владение которыми должен продемонстрировать обучающийся при защите выпускной квалификационной работы:

способен проводить патентные исследования для решения профессиональных задач в области металлургии (ПК-1);

способен организовывать разработку планов проведения исследований и разработок в области металлургии (ПК-2);

способен собирать и анализировать научно-техническую информацию, научные и производственные данные и результаты исследований (ПК-3);

способен разрабатывать предложения по совершенствованию технологических процессов и оборудования в области получения металлов и сплавов (ПК-4);

способен использовать информационные средства и технологии в металлургическом производстве (ПК-5);

способен анализировать полный технологический цикл получения металлов (ПК-6);

способен выбирать методы и проводить испытания для оценки параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, а также параметров технологического процесса (ПК-7);

способен применять принципы рационального природопользования для энерго- и ресурсосбережения технологических процессов в металлургии (ПК-8);

способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области металлургии (ОПК-1);

способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии (ОПК-2);

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

способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности (ОПК-4);

способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях (ОПК-5);

способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1);

способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла (УК-2);

способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели (УК-3);

способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия (УК-4);

способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия (УК-5);

способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки (УК-6).

2.2. Требования к выпускной квалификационной работе.

2.2.1. Темы выпускных квалификационных работ:

Примерная тематика ВКР:

1. Разработка методики анализа химического состава глиноземсодержащих продуктов алюминиевого производства

2. Разработка решений по улучшению сортности первичного алюминия за счет контроля примесей железа и кремния в сырьевых материалах, поступающих в процесс электролиза

3. Повышение эффективности производства медно-никелевого фанштейна за счет модернизации конвертера

4. Разработка мероприятий по импортозамещению футеровочных материалов оборудования разливки чугуна, используемого при монтаже обожженных анодов

5. Исследование процесса брикетирования кремнеземистой пыли производства кремния

6. Разработка методики прогнозирования раннего выхода из строя катодного устройства алюминиевого электролизера

7. Оптимизация процесса отмывки хвостов агитационного цианидного выщелачивания золотосодержащей руды

8. Оптимизация технологии автоклавного окисления золотосодержащих концентратов, характеризующихся естественной сорбционной активностью

9. Оптимизация работы индукционной печи анодно-монтажного отделения
10. Разработка технологии кучного выщелачивания золота из руд одного из месторождений Красноярского края
11. Производство новых видов гидрофильных газообразователей на основе алюминия
12. Совершенствование технологии переработки золотосодержащей руды на основе применения углеродистой флотации
13. Разработка технологии получения селективных медного и свинцового концентратов флотационными методами на обогатительной фабрике АО «Ново-Широкинский рудник».
14. Изучение влияния укрывного материала в электролизерах с обожженными анодами на показатели электролиза

Перечень тем выпускных квалификационных работ, предлагаемых обучающимся (далее - перечень тем), утверждается распоряжением заведующего выпускающей кафедрой и должен быть размещен на информационном стенде кафедры и (или) в электронной информационно-образовательной среде для ознакомления обучающимися не позднее, чем за 6 месяцев до даты начала ГИА, о чем вносится запись в лист ознакомления обучающегося с документами ГИА.

По письменному заявлению обучающегося (нескольких обучающихся, выполняющих выпускную квалификационную работу совместно) кафедра может в установленном ею порядке предоставить обучающемуся (обучающимся) возможность подготовки и защиты выпускной квалификационной работы по теме, предложенной обучающимся (обучающимися), 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 обучающегося, с обоснованием причины, и визами руководителя ВКР, заведующего выпускающей кафедрой и директора института не позднее начала ГИА.

2.2.2. Руководство, консультирование и рецензирование выпускных квалификационных работ.

Для подготовки выпускной квалификационной работы за обучающимся (несколькими обучающимися, выполняющими выпускную квалификационную работу совместно) приказом ректора закрепляется руководитель выпускной квалификационной работы из числа работников университета и, при необходимости, консультант (консультанты).

После завершения подготовки ВКР обучающимся, руководитель представляет на кафедру письменный отзыв (в 2-х экземплярах) о работе обучающегося в период подготовки выпускной квалификационной работы. В случае выполнения выпускной квалификационной работы несколькими обучающимися руководитель представляет отзыв об их совместной работе.

ВКР магистрантов подлежат рецензированию. Рецензентами являются специалисты промышленных предприятий, научно-исследовательских академических и отраслевых институтов по профилю подготовки магистрантов. Рецензия должна быть заверена печатью организации, в которой работает рецензент. Рецензия отражает суть ВКР, а также сформированность ряда компетенций.

Кафедра обеспечивает ознакомление обучающегося с отзывом руководителя и рецензией не позднее чем за 5 календарных дней до дня защиты выпускной квалификационной работы, согласно утвержденному графику защит.

2.2.3. Требования к объему, структуре и оформлению выпускной квалификационной работы

ВКР состоит из введения, основной части, заключения. В заключении приводится суть выполненной работы, освоение части компетенций и библиографическое описание опубликованной(ых) студентом в период обучения в магистратуре научной(ых) статьи(ей) в рецензируемых изданиях по направленности магистерской программы, данные о РИД, участии в научных мероприятиях. В конце ВКР приводится список использованных источников, приложения (если есть).

Правила оформления ВКР должно осуществляться согласно СТО 005-2020 Система менеджмента качества. Учебно-методическая деятельность. Оформление курсовых проектов (работ) и выпускных квалификационных работ технических направлений и специальностей.

2.2.4. Процедура защиты выпускной квалификационной работы

В соответствии с графиком выполнения ВКР, а также утвержденным графиком защит, не позднее чем за две недели до даты защиты выпускник представляет на кафедру полностью оформленную ВКР, включая все необходимые подписи на титульном листе пояснительной записки, а также отзыв руководителя.

На заседании кафедры решается вопрос о допуске ВКР к защите. При положительном решении заведующий кафедрой подписывает титульный лист ВКР (при наличии подписей руководителя, консультанта (если назначен)).

Готовясь к защите проекта, выпускник составляет тезисы выступления, оформляет презентацию в формате Power Point и готовит раздаточный материал для членов ГЭК.

Защита проводится на заседании ГЭК. Председателями ГЭК назначаются руководящие работники и главные специалисты производственных предприятий и научно-исследовательских организаций. В настоящее время председателем ГЭК является заместитель генерального директора АО «Иргиредмет» по научно-методической и инновационной деятельности, доктор технических наук, профессор Г.И. Войлошников. В состав ГЭК приглашаются профессорско-преподавательский состав кафедры, а также работники предприятий и организаций цветной металлургии, имеющие, как правило, ученые степени кандидатов наук. Заседания ГЭК могут проходить как в университете, так и на предприятиях, учреждениях, организациях, для которых тематика защищаемых работ представляет научный и практический интерес. Расписание работы ГЭК доводится до общего сведения обучающихся не позднее, чем за месяц до начала защиты выпускной квалификационной работы.

Явка обучающихся на защиту определяется по заранее составленному списку. Перед защитой секретарь ГЭК передает ВКР и другие документы ее председателю, после чего выпускник получает слово для выступления, регламент которого 10-15 минут.

В своем выступлении на заседании ГЭК выпускник должен отразить:

- актуальность темы выпускной квалификационной работы;
- запроектированные мероприятия по совершенствованию технологических процессов с обоснованием возможности их реализации в условиях конкретного предприятия;
- основные результаты технологических расчетов (если имеются);
- результаты моделирования (если имеются);
- вопросы безопасности и безвредности оптимизируемого, совершенствованного объекта;
- экономический, экологический и/или социальный эффекты от предложенных разработок автора.

Выступление не должно включать теоретические положения, заимствованные из литературных или нормативных документов, ибо они не являются предметом защиты. Особое внимание должно быть сосредоточено на собственных разработках.

Использование в процессе защиты выпускной квалификационной работы графического (компьютерного) материала значительно облегчает выступление обучающегося и позволяет усилить обоснованность принимаемых технологических, проектных решений. При защите ВКР наличие презентации, выполненной в формате Power Point, и раздаточного материала для членов ГЭК обязательно.

После выступления обучающегося на защите членами комиссии задаются вопросы, направленные на оценку сформированности компетенций по выбранным видам деятельности согласно ФГОС.

После оглашения отзыва руководителя и рецензии (в которых представлена информация о сформированности части компетенций) выпускник отвечает на заданные ему вопросы и замечания научного руководителя и рецензента (если имеются), председателя и членов ГЭК, а также присутствующих на защите.

По окончании публичной защиты ГЭК на закрытом заседании обсуждает результаты защиты ВКР, оценивает их, принимает решение о присвоении обучающемуся соответствующей квалификации.

Государственная экзаменационная комиссия принимает также решения о выдаче диплома с отличием и рекомендации для поступления в аспирантуру.

Обучающийся, не защитивший ВКР, допускается к повторной защите только один раз, как правило, в течение трех лет после окончания учебного заведения за установленную плату.

Для обучающихся, не защитивших ВКР в установленные сроки по уважительной причине, подтвержденной документально, председателем ГЭК может быть назначена специальная защита, но только в дни графика заседания комиссии.

2.3. Критерии оценки результатов защиты выпускной квалификационной работы

Критерии оценки	Оценка
ВКР выполнена на актуальную тему, носит самостоятельный характер, имеет элементы научной новизны. В работе собрана, проанализирована и структурирована информация об объекте исследования, определены нерешенные вопросы в избранной области металлургической технологии, выбрано направление исследования. Четко сформулированы цели, задачи исследования, обозначена структура работы. Проведен анализ современного состояния в избранной области металлургии, оценены результаты научно-технических разработок, научных исследований в выбранной области металлургии и тематике ВКР, проведен патентный поиск с анализом патентов в тексте, представлен также в виде отдельного приложения. Обоснованы и применены современные методы исследований для изучения технологии, свойств материалов, работоспособности технологического оборудования. Применены различные математические методы обработки данных. Используются фундаментальные общеинженерные знания при выполнении ВКР. Сформулированы выводы по работе. Изложение текста ВКР грамотно, лаконично, логично и последовательно, с соответствующими выводами, обоснованными предложениями. Представлены различные источники информации, в том числе на иностранном языке; оформление отвечает необходимым требованиям. Текст иллюстрирован рисунками (схемами и т.п.), оформление соответствует предъявляемым требованиям СТО ИРНИТУ. При защите ВКР обучающийся свободно оперирует	отлично

данными проведенных исследований (с применением различных методов (метода) исследования), демонстрирует способность применять инновационные методы решения инженерных задач, использует методы аргументации собственных суждений и принятых решений, вносит предложения по совершенствованию технологических процессов и/или оборудования (выбранного объекта исследования), основываясь на принципах рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды, требований основных положений системы менеджмента качества. Имеются научные (ая) публикации(я) в области металлургии, по выбранной теме исследования (РИД и т.п.). При докладе ссылаются на презентационные материалы, выполненные в Microsoft Power Point (и/или экспериментальные образцы и т.п.); презентация отражает полностью главные результаты выполненной ВКР. Презентация выполнена на высоком оформительском уровне. Уверенно и грамотно отвечает на все вопросы членов ГЭК, а в случае затруднений высказывает предположения на основе логичной связи с известными фактами. При защите работы обучающийся владеет законами ораторского искусства, демонстрирует умение эффективного взаимодействия с аудиторией.	
ВКР выполнена на актуальную тему, носит самостоятельный характер, имеет элементы научной новизны. В работе собрана, проанализирована и структурирована информация об объекте исследования, определены нерешенные вопросы в избранной области металлургической технологии, выбрано направление исследования. Формулировка цели четкая, однако задачи исследования обозначены недостаточно четко, в разделах имеется повторяющийся материал. Проведен анализ современного состояния в избранной области металлургии, оценены результаты научно-технических разработок, научных исследований в выбранной области металлургии и тематике ВКР, в списке использованных источников имеются ссылки на патенты. Обоснованы и применены современные методы исследований для изучения технологии, свойств материалов работоспособности технологического оборудования. Использованы фундаментальные общепрофессиональные знания при выполнении ВКР. Выводы по работе сформулированы недостаточно полно. Изложение большей части текста ВКР грамотно, но имеются замечания по грамматике и стилистике. Представлены различные источники информации, в том числе на иностранном языке. Оформление источников информации не всегда соответствует правилам. Текст иллюстрирован рисунками (схемами и т.п.), оформление соответствует предъявляемым требованиям СТО ИРНИТУ. При защите ВКР обучающийся оперирует данными исследования, использует методы аргументации собственных суждений и принятых решений, однако вносит не всегда обоснованные предложения по дальнейшему совершенствованию технологических процессов и/или оборудования (выбранного объекта исследования), но на основе принципов рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды, требований основных	Хорошо

положений системы менеджмента качества. Имеются научные (ая) публикации(я) в области металлургии, по выбранной теме исследования (РИД и т.п.). При представлении доклада не всегда ссылаются на презентационные материалы, выполненные в Microsoft Power Point, и/или имеющиеся экспериментальные образцы и т.п.; презентация не всегда в полном объеме отражает результаты проведенных исследований по тематике ВКР. Презентация выполнена на хорошем оформительском уровне. Уверенно и грамотно отвечает на большую часть вопросов членов ГЭК, но в случае затруднений не всегда высказывает предположения на основе логичной связи с известными фактами. При защите работы обучающийся демонстрирует умение эффективного взаимодействия с аудиторией.	
ВКР выполнена на актуальную тему, но самостоятельность в характере работы зачастую отсутствует. В работе определены нерешенные вопросы в избранной области металлургической технологии, выбрано направление исследования. Проведен слабый анализ современного состояния в избранной области металлургии, недостаточно полно оценены результаты научно-технических разработок, научных исследований в выбранной области металлургии и тематике ВКР, Формулировка цели и задач исследования не очень четкая, структура работы не имеет однозначности, в разделах имеется повторяющийся материал. Обоснованы и применены современные методы исследований для изучения технологии, свойств материалов. Математические методы обработки данных использованы не в полном объеме. Использованы фундаментальные общеинженерные знания при выполнении ВКР. Выводы по работе сформулированы нечетко, представлены односложно. Изложение большей части текста ВКР грамотно, но имеются замечания по грамматике, орфографии и стилистике. Представлены различные источники информации, в том числе на иностранном языке, лишь 1 патент по тематике ВКР. Оформление источников информации не всегда соответствует правилам. Текст слабо иллюстрирован рисунками (схемами и т.п.), оформление иногда не соответствует предъявляемым требованиям СТО ИРНИТУ. При защите ВКР обучающийся не всегда уверенно оперирует данными исследования и используемыми методами (методом) исследования, не всегда использует методы аргументации собственных суждений и принятых решений, вносит не всегда обоснованные предложения по совершенствованию технологических процессов и/или оборудования (выбранного объекта исследования), слабо основываясь на принципах рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды, требований основных положений системы менеджмента качества. Имеются научные (ая) публикации(я) в области металлургии по выбранной теме исследования (РИД и т.п.). Слабо ссылаются на презентационные материалы, выполненные в Microsoft Power Point; презентация не отражает в полном объеме результаты проведенных исследований по тематике ВКР. Презентация выполнена на среднем оформительском уровне и имеет крайне ограниченный объем. Неуверенно и не всегда грамотно отвечает	удовлетворительно

на вопросы членов ГЭК, а в случае затруднений не высказывает предположений на основе логичной связи с известными фактами. При защите работы обучающийся демонстрирует слабое умение взаимодействия с аудиторией.	
Актуальность темы ВКР не обозначена, самостоятельность в характере работы отсутствует. В работе определены нерешенные вопросы в избранной области металлургической технологии, выбрано направление исследования. Проведенный анализ современного состояния в избранной области металлургии крайне ограничен по объему и переработанному материалу, не оценены результаты научно-технических разработок, научных исследований в выбранной области металлургии и тематике ВКР, не проведен патентный поиск. Формулировка цели и задач исследования не очень четкая, структура работы не имеет однозначности, в разделах имеется повторяющийся материал, очень краткая рубрикация в содержании ВКР, список использованных источников неинформативен и ограничен. Поставленные задачи практически не решены в ВКР. Применены современные методы исследований для изучения технологии, свойств материалов, работоспособности технологического оборудования, однако отсутствует описание метода, используемого оборудования. Объем проведенных исследований незначителен. Выводы по работе сформулированы нечетко и крайне односложно. Изложение большей части текста ВКР небрежное, с орфографическими и пунктуационными ошибками, отсутствует логическая связь между разделами. Не представлены в списке источников патенты, публикации зарубежных авторов. Оформление источников информации не всегда соответствует правилам. Текст слабо иллюстрирован, оформление ВКР не соответствует предъявляемым требованиям СТО ИРНТУ. При защите ВКР обучающийся неуверенно оперирует данными исследований и нечетко описывает использованные методы (метод) исследования, практически не владеет материалом ВКР, не использует методы аргументации собственных суждений и предлагаемых решений, не вносит реальных(ого) предложений (предложения) по совершенствованию технологических процессов и/или оборудования (выбранного объекта исследования), не основываясь на принципах рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды, требований основных положений системы менеджмента качества. Не имеется научной публикации в области металлургии по выбранной теме исследования. При представлении доклада не ссылается на презентационные материалы, выполненные в Microsoft Power Point; презентация – крайне ограничена по объему представленного материала и неинформативна, выполнена небрежно. Неуверенно либо совсем не отвечает на большую часть вопросов членов ГЭК, а в случае затруднений не высказывает предположения на основе логичной связи с известными фактами. При защите работы обучающийся демонстрирует неумение взаимодействовать с аудиторией.	неудовлетворительно

3. Порядок подачи и рассмотрения апелляций

<http://www.istu.edu/local/modules/doc/download/42981>