



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

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



УТВЕРЖДАЮ

Директор института металлургии,  
машиностроения и материаловедения  
А.С.Савинов

«20» февраля 2020 г.

**ПРОГРАММА  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Направление подготовки (специальность)  
22.04.02 Металлургия

Направленность (профиль/специализация) программы  
Металлургия черных металлов

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
(очная, заочная)

Институт  
Кафедра

Металлургии, машиностроения и материаловедения  
Металлургии и химических технологий

Магнитогорск  
2019 г.

Программа государственной итоговой аттестации составлена на основе требований ФГОС ВО по направлению подготовки 22.04.02 Metallургия, утвержденного приказом МОиН РФ от 24.04.2018 г. № 308.

Программа государственной итоговой аттестации рассмотрена и одобрена на заседании кафедры металлургии и химических технологий «18» февраля 2020 г., протокол № 6.

Зав. кафедрой  / А.С. Харченко /

Программа государственной итоговой аттестации рассмотрена и утверждена на заседании методической комиссии института металлургии, машиностроения и материалообработки «20» февраля 2020 г., протокол № 5.

Председатель  / А.С. Савинов /

Программа ГИА составлена

 / М.В. Потапова /

Рецензент: директор ООО «Шлаксервис»

 / А.Б. Великий /

## 1. Общие положения

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

Магистр по направлению подготовки 22.04.02 Metallургия должен быть подготовлен к решению профессиональных задач в соответствии с направленностью (профилем) образовательной программы Metallургия черных металлов и видам профессиональной деятельности:

- научно-исследовательской;
- технологической;
- организационно-управленческой.

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

- способностью осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий (УК-1);
- способностью управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла (УК-2);
- способностью организовывать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели (УК-3);
- способностью применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия (УК-4);
- способностью анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия (УК-5);
- способностью определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки (УК-6);
- способностью решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области металлургии (ОПК-1);
- способностью разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии (ОПК-2);
- способностью участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области системы менеджмента качества (ОПК-3);
- способностью находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности (ОПК-4);
- способностью оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях (ОПК-5);
- способностью анализировать показатели термодинамических, тепловых и химических процессов в доменной плавке (ПК-1);

- способностью формировать программы и планы исследовательских и опытно-конструкторских работ по совершенствованию технологии доменного производства (ПК-2);
- способностью организовывать работы подразделений агломерационной фабрики по производству железорудного агломерата (ПК-3);
- способностью определять организационные меры для непрерывной разливки стали (ПК-4);
- способностью определять организационные меры для выплавки стали в конвертере (ПК-5);
- способностью определять организационные и технические меры для выполнения производственных заданий по внепечной обработке стали (ПК-6);
- способностью определять технические меры по выполнению производственных заданий в отделениях подготовки шихтовых материалов к спеканию (ПК-7);
- способностью определять технические меры по внепечной обработке стали в ковше (ПК-8);
- способностью определять технические меры по непрерывной разливке стали (ПК-9);
- способностью координировать работу производственных подразделений для выполнения заданий по выпуску стали в электросталеплавильном цехе (ПК-10).

На основании решения Ученого совета университета от 27.02.2019 (протокол № 2) государственные аттестационные испытания по направлению подготовки 22.04.02 Металлургия проводятся в форме:

- государственного экзамена;
- защиты выпускной квалификационной работы.

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

## **2. Программа и порядок проведения государственного экзамена**

Согласно учебному плану подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена проводится в период с 02.06.2021 по 16.06.2021 для обучающихся очной формы и в период с 17.11.2021 по 30.11.2021 для обучающихся заочной формы обучения. Для проведения государственного экзамена составляется расписание экзамена и предэкзаменационных консультаций (консультирование обучающихся по вопросам, включенным в программу государственного экзамена).

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

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

Государственный экзамен проводится в письменной форме.

Государственный экзамен включает 4 теоретических вопроса и 1 практическое задание. Продолжительность экзамена составляет не более 4 часов.

Во время государственного экзамена студент может пользоваться справочной литературой.

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

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

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

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

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся не обладает необходимой системой знаний, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Результаты государственного экзамена объявляются на следующий рабочий день после проведения экзамена.

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

## **2.1 Содержание государственного экзамена**

### **2.1.1 Перечень теоретических вопросов, выносимых на государственный экзамен**

1. Схема агломерационной машины и сущность процесса агломерации.
2. Реакции в полости фурменного очага при горении кокса и природного газа.
3. Константа химического равновесия и ее определение.
4. Физико-химические и тепловые процессы во вторичной реакционной зоне при продувке металлического расплава кислородом.
5. Обработка стали на агрегате «печь-ковш»: цели, устройство агрегата, технология.
6. Основные факторы, влияющие на величину скорости вытягивания непрерывнолитой заготовки из кристаллизатора.
7. Факторы, влияющие на прочность увлажненных окатышей.
8. Физическое состояние зоны горения в доменной печи.

9. Упругость диссоциации оксидов. Средство к кислороду главных элементов.
10. Особенности окисления углерода в кислородном конвертере.
11. Ковшовая обработка стали на агрегате доводки: цели, устройство агрегата, технология.
12. Основные функции шлакообразующей смеси в кристаллизаторе МНЛЗ.
13. Удаление вредных примесей при производстве агломерата и окатышей.
14. Определяющие зоны доменной печи по условиям движения шихты и газов.
15. Строение металлических расплавов. Активность компонентов в металлических расплавах.
16. Поведение фосфора в процессе продувки в кислородном конвертере.
17. Ковшовая обработка стали жидким синтетическим шлаком: цели, способы осуществления.
18. Кристаллическое строение слябовой непрерывнолитой заготовки, отлитой на вертикальной МНЛЗ.
19. Способы интенсификации процесса производства агломерата.
20. Основные мероприятия по совершенствованию доменной плавки.
21. Металлургические шлаки. Строение шлаковых расплавов. Активность компонентов шлакового расплава.
22. Плавка стали в дуговой сталеплавильной печи без восстановительного периода.
23. Ковшовая обработка стали твердыми шлакообразующими смесями: цели, технология.
24. Кристаллическое строение слябовой непрерывнолитой заготовки, отлитой на криволинейной МНЛЗ.
25. Высокотемпературный процесс упрочнения окатышей с участием жидких фаз и в твердой фазе.
26. Особенности теплообмена между потоками газа и шихты в доменной печи.
27. Термодинамика восстановления оксидов газами.
28. Конструкция современной дуговой сталеплавильной печи.
29. Особенности технологии ковшовой обработки стали с особонизким содержанием углерода.
30. Кристаллическое строение сортовой непрерывнолитой заготовки, отлитой на радиальной МНЛЗ.
31. Реакции между твердыми фазами и их значение при производстве агломерата и обжиге окатышей.
32. Основные показатели тепловой работы доменной печи.
33. Термодинамика восстановления оксидов твердым углеродом.
34. Электрическая дуга и ее природа.
35. Особенности технологии ковшовой обработки стали с низким содержанием серы.
36. Поверхностные трещины непрерывнолитой заготовки: разновидности, причины возникновения.
47. Особенности технологии ковшовой обработки стали с низким содержанием водорода.
48. Схема технологической оси криволинейной слябовой МНЛЗ с указанием основных узлов и агрегатов.
50. Получение сырых окатышей в окомкователях разных типов.

51. Характер плавления и шлакообразования по высоте и сечению доменной печи.
52. Термодинамика обезуглероживания металлического расплава.
53. Основные технологические режимы (профили) выплавки стали в дуговой сталеплавильной печи.
54. Ковшовая продувка стали инертным газом: цели и способы осуществления.
55. Схема технологической оси криволинейной слябовой МНЛЗ с вертикальным участком, указать основные узлы и агрегаты.
56. Факторы, оказывающие влияние на производительность агломерационной машины.
57. Особенности выплавки ванадиевого чугуна из ванадийсодержащего титаномангнетитового сырья.
58. Десульфурация чугуна и стали.
59. Общая характеристика сопла Лавала и принцип его работы.
60. Вакуумная обработка стали в ковше порционным способом: цели, устройство агрегата, технология.
61. Схема технологической оси радиальной сортовой МНЛЗ с указанием основных узлов и агрегатов.
62. Факторы, оказывающие влияние на качество окатышей.
63. Способы расчета удельного расхода кокса и производительности доменной печи при изменении условий работы.
64. Важнейшие термодинамические функции состояния системы: энтальпия, энтропия, энергия Гиббса и их использование в теории металлургических процессов.
65. Структура реакционной зоны при продувке металлического расплава кислородом.
66. Вакуумная обработка стали в ковше циркуляционным способом: цели, устройство агрегата, технология.
67. Основной метод непрерывной разливки стали на МНЛЗ «плавка на плавку»: сущность, преимущества, проблемы.
68. Физико-химические процессы в различных зонах конвейерной машины при обжиге сырых окатышей.
69. Оптимальность распределения шихтовых материалов на колошнике доменной печи.
70. Химическое равновесие. Смещение равновесия при внешних воздействиях на систему. Принцип Ле-Шателье.
71. Физико-химические и тепловые процессы в первичной реакционной зоне при продувке металлического расплава кислородом.
72. Ковшовая обработка стали порошкообразными материалами: цели, устройство агрегата, технология.
73. Основные требования к температуре стали в промежуточном ковше МНЛЗ.

### ***2.1.2 Перечень практических заданий, выносимых на государственный экзамен***

1. Определить расход меди для легирования стали марки 08ГДНФ (кг/т стали), выплавленной в 400-тонном кислородном конвертере, если остаточное содержание меди в металле составляет 0,07%.

2. Определить минимальное давление аргона на входе в устройство для продувки металла в сталеразливочном ковше через днище при условиях:  $H_m$  в ковше = 3,6 м;  $h_{шл} = 200$  мм;  $P_{ат} = 0,1$  МПа и  $P_{ат} = 0,05$  МПа.

3. Определить расход никеля для легирования стали марки 12ХН2 (кг/т стали), выплавленной в 250-тонном кислородном конвертере, если остаточное содержание никеля в металле составляет 0,04%.

4. Определить равновесное конечное содержание кислорода в металле после вакуумного обезуглероживания нераскисленного металла при условиях:  $[C]_к = 0,03$  %;  $t_m = 1650$  °С;  $P_{co} = 23,5$  кПа.

5. Рассчитать каким был угар кремния при раскислении и легировании стали марки Ст5сп ферросилицием ФС65 в сталеразливочном ковше вместимостью 300т, если при расходе ферросилиция 1,5т содержание кремния в готовой стали составило 0,31%.

6. Определить расход аргона для продувки металла в сталеразливочном ковше для снижения содержания водорода с  $6 \text{ см}^3/100\text{г}$  до  $2,5 \text{ см}^3/100\text{г}$  при давлении в газовой фазе над расплавом 0,04 МПа и 0,1 МПа.

7. Определить расход алюминия для раскисления и легирования стали марки 11ЮА (кг/т стали, содержание Al в готовой стали 0,02-0,07 %), выплавленной в 300-тонном кислородном конвертере с последующей ковшевой обработкой. Остаточное содержание кислорода в металле перед вводом алюминия составляет 0,025 %

8. Рассчитать количество поступившего кислорода при ковшевой обработке металла в сталеразливочном ковше вместимостью 250 т, если за время обработки содержание ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) в шлаке понизилось от 6 % до 3 %; количество шлака в ковше составляет 3,2 % от массы стали. Другие источники поступления кислорода в металл не учитывать.

9. Сколько окатышей можно подать в конвертер вместимостью 350 т в момент продувки, когда температура металла составляет 1600 °С и содержание углерода в нем - 0,5 %? Считать, что 1 % окатышей от массы металлошихты снижает температуру металла на 50 °С.

10. Сколько извести, содержащей 85 % CaO, потребуется для ошлакования 0,7 % Si в 300 т жидкого металла, если основность шлака-3,5?

### **2.1.3 Учебно-методическое обеспечение**

1. Вдовин, К. Н. Выбор плавильных агрегатов и расчеты шихты для выплавки чугуна и стали : учебное пособие / К. Н. Вдовин ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2719.pdf&show=dcatalogues/1/1132029/2719.pdf&view=true>

2. Парсункин, Б. Н. Автоматизация и оптимизация управления процессом выплавки чугуна в доменных печах : учебное пособие / Б. Н. Парсункин, С. М. Андреев, Т. Г. Сухоносова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 215 с. : ил., табл., схемы, граф., диагр., номогр., эскизы. - ISBN 978-5-9967-1208-3. - URL:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3635.pdf&show=dcatalogues/1/1524803/3635.pdf&view=true>

3. Бигеев, В. А. Металлургические технологии в высокопроизводительном электросталеплавильном цехе : учебное пособие / В. А. Бигеев, А. М. Столяров, А. Х. Валих-

метов ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL:

<https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=2662.pdf&show=dcatalogues/1/1131349/2662.pdf&view=true>

4. Вдовин, К. Н. Непрерывная разливка сталей : монография / К. Н. Вдовин, В. В. Точилкин, И. М. Ячиков. — 2-е изд., испр. и перераб. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 732 с. — ISBN 978-5-8114-4953-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/143243>

5. Симонян, Л. М. Металлургия спецсталей. Теория и технология спецэлектросталей : учебное пособие / Л. М. Симонян, А. Е. Семин, А. И. Кочетов. — Москва : МИСИС, 2007. — 180 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117046>

6. Коминов, С. В. Производство стали в электропечах: обработка металла инертными газами : учебное пособие / С. В. Коминов, А. Е. Семин, Ф. В. Чуйков. — Москва : МИСИС, 2014. — 55 с. — ISBN 978-5-87623-777-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116983>

7. Богатырева, Е. В. Инженерные расчеты в металлургии : учебное пособие / Е. В. Богатырева. — Москва : МИСИС, 2015. — 203 с. — ISBN 978-5-87623-867-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116602>

8. Серов, Г. В. Физические основы производства: расчеты и контроль металлургических процессов : учебное пособие / Г. В. Серов, Е. Н. Сидорова. — Москва : МИСИС, 2018. — 64 с. — ISBN 978-5-906953-44-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108033>

9. Солнцев, Ю. П. Специальные материалы в машиностроении : учебник / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, В. Ю. Пирирайнен. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 664 с. — ISBN 978-5-8114-3921-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118630>

10. Морозова, И. Г. Современные проблемы металлургии, машиностроения и материалообработки : учебное пособие / И. Г. Морозова, М. Г. Наумова, И. И. Басыров. — Москва : МИСИС, 2018. — 52 с. — ISBN 978-5-906953-41-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115285>

### **3. Порядок подготовки и защиты выпускной квалификационной работы**

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

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

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

- определять и формулировать проблему исследования с учетом ее актуальности;
- ставить цели исследования и определять задачи, необходимые для их достижения;
- анализировать и обобщать теоретический и эмпирический материал по теме исследования, выявлять противоречия, делать выводы;

- применять теоретические знания при решении практических задач;
- делать заключение по теме исследования, обозначать перспективы дальнейшего изучения исследуемого вопроса;
- оформлять работу в соответствии с установленными требованиями.

### **3.1 Подготовительный этап выполнения выпускной квалификационной работы**

#### **3.1.1 Выбор темы выпускной квалификационной работы**

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

#### **3.1.2 Функции руководителя выпускной квалификационной работы**

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

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

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

### **3.2 Требования к выпускной квалификационной работе**

При подготовке выпускной квалификационной работы студент руководствуется методическими указаниями (Приложение 2) и локальным нормативным актом университета СМК-О-СМГТУ-36-20 «Выпускная квалификационная работа: структура, содержание, общие правила выполнения и оформления» от 04.06.2020.

### **3.3 Порядок защиты выпускной квалификационной работы**

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

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

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

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

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

В своем выступлении обучающийся должен отразить:

- содержание проблемы и актуальность исследования;
- цель и задачи исследования;
- объект и предмет исследования;
- методику своего исследования;
- полученные теоретические и практические результаты исследования;
- выводы и заключение.

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

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

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

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

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

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

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

### **3.4 Критерии оценки выпускной квалификационной работы**

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

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

- актуальность темы;
- научно-практическое значение темы;

– качество выполнения работы, включая демонстрационные и презентационные материалы;

– содержательность доклада и ответов на вопросы;

– умение представлять работу на защите, уровень речевой культуры.

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

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

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

Оценка **«неудовлетворительно»** (2 балла) выставляется за частичное раскрытие темы, необоснованные выводы, за значительные отклонения от требований в оформлении и представлении работы, когда обучающийся допускает существенные ошибки при ответе на вопросы членов ГЭК.

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

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

**Примерный перечень тематик выпускных квалификационных работ**

1. Рудное, нерудное и энергетическое сырье.
2. Твердое и жидкое состояние металлических, оксидных, сульфидных, хлоридных систем.
3. Твердофазные процессы в металлургических системах.
4. Термодинамика и кинетика металлургических процессов.
5. Металлургические системы и коллективное поведение в них различных элементов.
6. Газо- и аэродинамика в металлургических агрегатах.
7. Тепло- и массоперенос в низко- и высокотемпературных процессах.
8. Кристаллизация расплавов.
9. Подготовка сырьевых материалов к металлургическим процессам и металлургические свойства сырья.
10. Твердофазные процессы в получении черных, цветных и редких металлов.
11. Пирометаллургические процессы и агрегаты.
12. Электрометаллургические процессы и агрегаты.
13. Гидрометаллургические процессы и агрегаты.
14. Металлургические шлаки и их использование.
15. Внепечная обработка металлов.
16. Разливка продуктов плавки и методы непрерывной разливки.
17. Материало- и энергосбережение при получении металлов и сплавов.
18. Формирование выбросов в металлургических агрегатах и технологические методы их подавления.
19. Производство особо чистых металлов и сплавов.
20. Математические модели процессов производства черных, цветных и редких металлов.

## Методические указания по подготовке и защите выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия».

### *Написание ВКР*

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

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

Подготовка ВКР студентом и отчет перед руководителем реализуется согласно календарному графику работы (см. ниже). Календарный график работы студента составляется на весь период выполнения ВКР с указанием очередности выполнения отдельных этапов и сроков отчетности студента по выполнению работы перед руководителем.

При подготовке выпускной квалификационной работы обучающийся руководствуется локальными нормативными актами университета:

1. СМК-О-СМГТУ-39-19 (с изм. от 30.03.2020) Государственная итоговая аттестация по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры.

2. СМК-О-СМГТУ-36-20 Выпускная квалификационная работа: структура, содержание, общие правила выполнения и оформления.

3. СМК-О-РЕ-28-19 Порядок размещения в электронной библиотеке выпускных квалификационных работ и научных квалификационных работ обучающихся по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры в подготовке научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) университета.

Для организации написания ВКР в университете предусмотрено: наличие широкого ряда полноценных баз данных социально-экономической информации, диссертаций, книг, журналов и других печатных изданий; наличие электронных информационных ресурсов, кабинетов для самостоятельной работы на компьютерах. Для подготовки ВКР рекомендуется пользоваться следующими интернет-ресурсами:

– [www.crossref.org](http://www.crossref.org) – страница независимой ассоциации **CrossRef**, основанной и управляемой издателями. Обеспечивает удобный поиск и доступ пользователей к первичным публикациям, содержащим научный контент (книги, главы книг, статьи и т.д.)

– [www.cyberleninka.ru](http://www.cyberleninka.ru) – научная электронная библиотека. Крупнейшее в России собрание научных статей, в основном на русском языке, хотя есть и иностранные публикации.

– <http://scholar.google.ru> – ресурс предоставляющий доступ к научным статьям по их названию, в том числе и к полным текстам если они есть в свободном доступе.

– <http://e.lanbook.com>, <http://znanium.com> и др. – электронные библиотеки, с которыми МГТУ заключил договор. Для получения доступа необходимо обратиться в библиотеку ВУЗа.

### *Предварительная защита ВКР*

Первый этап - предварительная защита ВКР. Прохождение предварительной защиты является обязательной процедурой, на которой излагается готовность по разделам выпускной работы. Предварительная защита проводится за 3-5 дней до защиты ВКР. На

предварительной защите присутствуют: выпускник, заведующий кафедрой, секретарь государственной экзаменационной комиссии, руководитель работы, другие работники кафедры по усмотрению заведующего. Выпускник на предварительном слушании должен охарактеризовать направление работы, изложить ее суть и огласить готовность всех разделов работы. Руководитель работы подтверждает уровень разработки представленных результатов и подтверждает готовность обучающегося к заключительной защите.

На предварительную защиту представить ВКР выполненную в полном объеме (текст ВКР 60-80 стр., презентация 10-20 слайдов), доклад 5-7 мин. Презентацию распечатать в двух экземплярах и иметь при себе электронную версию.

При неудовлетворительной оценке на предварительной защите студент к защите ВКР не допускается.

### ***Нормоконтроль и проверка ВКР на объем заимствования***

Законченная выпускная квалификационная работа должна пройти процедуру нормоконтроля, включая проверку на объем заимствований в системе «Антиплагиат.ВУЗ».

Оформленную в соответствии со стандартом ВКР студент самостоятельно проверяет на плагиат с помощью бесплатных интернет-ресурсов (<http://www.antiplagiat.ru/>, <http://text.ru/>, <http://advego.ru/plagiatus/>). Оригинальность текста должна составлять не менее 60 %.

Законченная ВКР предоставляется в форматах **doc, docx, rtf, pdf, odt**. Название диплома в формате *Фамилия\_Группа* (например: *Иванов\_ММЧМ-19-1*). Размер файла должен быть не более **20 Мбайт**. К ВКР также прикладывается скан отзыва руководителя с его подписью и скан рецензии с подписью рецензента. Нормоконтролёр проводит нормоконтроль в присутствии дипломника в соответствии с графиком проведения нормоконтроля. В случае, если ВКР не прошла нормоконтроль, ВКР возвращается студенту на доработку.

При успешном прохождении нормоконтроля проводится проверка ВКР на плагиат в системе «Антиплагиат.ВУЗ». Оригинальность текста должна составлять не менее 60%. В случае если ВКР не проходит проверки на плагиат ВКР возвращается студенту на доработку. Допускается ещё только **одна!** проверка на плагиат.

При успешном прохождении проверки на плагиат нормоконтролёр передает ВКР, отзыв руководителя и рецензию заведующему кафедрой. Заведующий кафедрой на основании отзыва руководителя допускает студента к защите ВКР. После допуска к защите ВКР, студент записывается в график проведения защит (доступен на образовательном портале).

**Форма календарного графика выполнения выпускной  
квалификационной работы**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МАГНИТОГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Г.И. НОСОВА»

Институт металлургии, машиностроения и материалообработки

Кафедра металлургии и химических технологий

**Календарный график**

выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающегося \_\_\_\_\_, 2 курс, ИММИМ, группа ММЧм-ХХ  
(ФИО полностью в род. падеже)

Тема ВКР \_\_\_\_\_

п/п	Этапы выполнения ВКР	Дата (срок) выполнения		Отметка руководителя ВКР или заведующего кафедрой о выполнении
		план	факт	
1.	Разработка структуры ВКР. Проведение литературного обзора			
2.	Сбор фактического материала (лабораторные, исследовательские работы и др.)			
3.	Подготовка рукописи ВКР			
4.	Доработка текста ВКР в соответствии с замечаниями руководителя			
5.	Ознакомление с отзывом руководителя			
6.	Нормоконтроль и проверка ВКР в системе Антиплагиат			
7.	Подготовка доклада и презентационного материала			

Обучающийся \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
(подпись)

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
(подпись)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
(подпись)