



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  
22.03.02 Металлургия

Профиль программы

Цифровой анализ и управление высокоэффективными протехнологиями получения материалов

Уровень высшего образования – бакалавриат  
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт  
Кафедра

Металлургии, машиностроения и материаловедения  
Металлургии и химических технологий

Магнитогорск  
2020 г.

Программа государственной итоговой аттестации составлена на основе требований ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия, утвержденного приказом МОиН РФ от 04.12.2015 г. №1427.

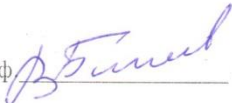
Программа государственной итоговой аттестации рассмотрена и одобрена на заседании кафедры металлургии и химических технологий «18» февраля 2020 г. (протокол № 6).

Зав. кафедрой МиХТ  / А.С. Харченко/

Программа государственной итоговой аттестации одобрена методической комиссией института металлургии, машиностроения и материаловобработки «20» февраля 2020 г. (протокол № 5).

Председатель  / А.С.Савинов/

Программа ИГА составлена Бигеевым В.А. проф. каф. МиХТ, д.т.н, проф.

 / Бигеев В.А. /

Рецензент:  
Директор ООО «Шлаксервис», к.т.н.

 / Великий А.Б. /

## 1. Общие положения

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

Бакалавр по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия должен быть подготовлен к решению профессиональных задач в соответствии с направленностью (профилем) образовательной программы Цифровой анализ и управление высокоэффективными пиротехнологиями получения материалов и видам профессиональной деятельности:

- научно-исследовательская;
- производственно-технологическая.

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

ОК-1: способностью использовать основы философских знаний, анализировать главные этапы и закономерности исторического развития для осознания социальной значимости своей деятельности;

ОК-2: способностью использовать основы экономических знаний при оценке эффективности результатов деятельности в различных сферах;

ОК-3: способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия;

ОК-4: способностью работать в команде, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия;

ОК-5: способностью к самоорганизации и самообразованию;

ОК-6: способностью использовать общеправовые знания в различных сферах деятельности;

ОК-7: способностью поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;

ОК-8: готовностью пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий;

ОПК-1: готовностью использовать фундаментальные общеинженерные знания;

ОПК-2: готовностью критически осмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости профиль своей профессиональной деятельности;

ОПК-3: способностью осознавать социальную значимость своей будущей профессии;

ОПК-4: готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач;

ОПК-5: способностью применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды;

ОПК-6: способностью использовать нормативные правовые документы в своей профессиональной деятельности;

ОПК-7: готовностью выбирать средства измерений в соответствии с требуемой точностью и условиями эксплуатации;

ОПК-8: способностью следовать метрологическим нормам и правилам, выполнять требования национальных и международных стандартов в области профессиональной деятельности;

ОПК-9: способностью использовать принципы системы менеджмента качества;

ПК-1: способностью к анализу и синтезу;

ПК-2: способностью выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы;

ПК-3: готовностью использовать физико-математический аппарат для решения за-

дач, возникающих в ходе профессиональной деятельности;

ПК-4: готовностью использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы;

ПК-5: способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов;

ПК-10: способностью осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке;

ПК-11: готовностью выявлять объекты для улучшения в технике и технологии;

ПК-12: способностью осуществлять выбор материалов для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований и охраны окружающей среды;

ПК-13: готовностью оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов.

На основании решения Ученого совета университета от 27.02.2020 (протокол № 4) государственные аттестационные испытания по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия проводятся в форме:

– государственного экзамена;

– защиты выпускной квалификационной работы.

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

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

Согласно рабочему учебному плану государственный экзамен проводится в период с 02.06.2024 по 13.06.2024 для очной формы обучения. Для проведения государственного экзамена составляется расписание экзамена и предэкзаменационной консультации (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 связи.

Государственный экзамен проводится в два этапа:

– на первом этапе проверяется сформированность общекультурных компетенций;

– на втором этапе проверяется сформированность общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с учебным планом.

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

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

– выбор одного правильного ответа из заданного списка;

– восстановление соответствия.

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

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

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

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

Критерии оценки первого этапа государственного экзамена:

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

– на оценку **«не зачтено»** – обучающийся не обладает необходимой системой знаний и не владеет необходимыми практическими умениями, не способен понимать и интерпретировать освоенную информацию. Результат менее 50% баллов за задания свидетельствует о недостаточном уровне сформированности компетенций.

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

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

Второй этап государственного экзамена проводится в письменной форме.

Второй этап государственного экзамена включает два теоретических вопроса и практическое задание. Продолжительность экзамена составляет четыре часа.

Во время второго этапа государственного экзамена студент может пользоваться литературой информационно-справочного характера.

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

Критерии оценки второго этапа государственного экзамена:

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

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

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

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

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать

знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Результаты второго этапа государственного экзамена объявляются 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 тем, проверяемых на первом этапе государственного экзамена**

1. Философия, ее место в культуре
2. Исторические типы философии
3. Проблема идеального. Сознание как форма психического отражения
4. Особенности человеческого бытия
5. Общество как развивающаяся система. Культура и цивилизация
6. История в системе гуманитарных наук
7. Цивилизации Древнего мира
8. Эпоха средневековья
9. Новое время XVI-XVIII вв.
10. Модернизация и становление индустриального общества во второй половине XVIII – начале XX вв.
11. Россия и мир в XX – начале XXI в.
12. Новое время и эпоха модернизации
13. Спрос, предложение, рыночное равновесие, эластичность
14. Основы теории производства: издержки производства, выручка, прибыль
15. Основные макроэкономические показатели
16. Макроэкономическая нестабильность: безработица, инфляция
17. Предприятие и фирма. Экономическая природа и целевая функция фирмы
18. Конституционное право
19. Гражданское право
20. Трудовое право
21. Семейное право
22. Уголовное право
23. Я и моё окружение (на иностранном языке)
24. Я и моя учеба (на иностранном языке)
25. Я и мир вокруг меня (на иностранном языке)
26. Я и моя будущая профессия (на иностранном языке)
27. Страна изучаемого языка (на иностранном языке)
28. Формы существования языка
29. Функциональные стили литературного языка
30. Проблема межкультурного взаимодействия
31. Речевое взаимодействие
32. Деловая коммуникация
33. Основные понятия культурологии
34. Христианский тип культуры как взаимодействие конфессий
35. Исламский тип культуры в духовно-историческом контексте взаимодействия
36. Теоретико-методологические основы командообразования и саморазвития
37. Личностные характеристики членов команды
38. Организационно-процессуальные аспекты командной работы
39. Технология создания команды
40. Саморазвитие как условие повышения эффективности личности
41. Диагностика и самодиагностика организма при регулярных занятиях физической культурой и спортом

42. Техническая подготовка и обучение двигательным действиям
43. Методики воспитания физических качеств.
44. Виды спорта
45. Классификация чрезвычайных ситуаций. Система чрезвычайных ситуаций
46. Методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций.

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

1. 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 непрерывно-литой 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 ковшевой обработки стали с низким содержанием серы.
36. Поверхностные трещины непрерывнолитой заготовки: разновидности, причины возникновения.
37. Факторы, оказывающие влияние на качество агломерата.
38. Факторы, оказывающие влияние на содержание серы в чугунах.
39. Термодинамика восстановления оксидов с переходом металла в раствор.
40. Значение и поведение кремния, марганца, фосфора и серы в процессе плавки стали в дуговой сталеплавильной печи.
41. Особенности технологии ковшевой обработки стали с низким содержанием азота.
42. Внутренние трещины непрерывнолитой заготовки: разновидности, причины возникновения.
43. Процесс формирования минералогического состава агломерата и влияние на него степени окисления и расхода топлива.
44. Реакции восстановления железа и примесей чугуна по высоте доменной печи.
45. Распределение компонентов металлургических систем между металлом и шлаком.
46. Особенности шлакового режима дуговой сталеплавильной печи.
47. Особенности технологии ковшевой 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. Ковшечная 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 титаномагнетитового 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.

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

1. Определить состав извести Агаповского месторождения?
2. Определить выход и состав извести, полученной из известняка Тургоякского месторождения, если в ней после обжига осталось 5 % п.п.п.
3. Определить окислительную способность руды Соколовско - Сарбайского горно-производственного объединения (ССГПО), окатышей ССГПО, агломерата и окалины ПАО "ММК" (ММК). Результаты расчетов представить графически.
4. Определить, на сколько изменится продолжительность продувки в кислородном конвертере, работающем с интенсивностью  $1500 \text{ м}^3/\text{мин}$ , если в конвертер подать 4 т окатышей, содержащих 62 %  $\text{Fe}_\Sigma$  и 2,5%  $\text{FeO}$ .
5. Какое максимальное количество углерода (%) можно окислить кислородом 2 т окатышей, содержащих 64 %  $\text{Fe}_\Sigma$ ; ? Масса металла - 300 т (содержанием  $\text{FeO}$  в окатышах пренебречь).
6. Рассчитать каким был угар марганца при раскислении стали марки 20кп ферро-марганцем ФМн75К в сталеразливочном ковше вместимостью 280т, если при расходе ферромарганца 1,6т содержание марганца в готовой стали составило 0,44%. Содержание марганца в металле перед раскислением составляет 0,07%.
7. Определить расход аргона для продувки металла в сталеразливочном ковше для снижения содержания азота с 0,008% до 0,005% при давлении в газовой фазе над расплавом равном 0,1МПа и 0,05 МПа.
8. Определить расход меди для легирования стали марки 08ГДНФ (кг/т стали), выплавленной в 400-тонной мартеновской печи, если остаточное содержание меди в металле составляет 0,07%.
9. 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;  $h_{\text{шл}} = 200 \text{ мм}$ ;  $P_{\text{ат}} = 0,1 \text{ МПа}$  и  $P_{\text{ат}} = 0,05 \text{ МПа}$ .
10. 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%.
11. Определить равновесное конечное содержание кислорода в металле после вакуумного обезуглероживания нераскисленного металла при условиях:  $[C]_k = 0,03 \%$ ;  $t_m = 1650 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $P_{\text{co}} = 23,5 \text{ кПа}$ .

12. 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%.

13. 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.

14. 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 %

15. 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.

16. Сколько окатышей можно подать в конвертер вместимостью 350 т в момент продувки, когда температура металла составляет  $1600 \text{ }^\circ\text{C}$  и содержание углерода в нем - 0,5 % ? Считать, что 1 % окатышей от массы металлошихты снижает температуру металла на  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ .

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

18. Определить в конвертере выход шлака, содержащего 15 %  $\text{SiO}_2$ , если основность шлака равна 3,6, расход извести составил 25 т, другие шлакообразующие материалы внесли 5 т CaO.

19. Определить объем шлака плотностью  $3,2 \text{ т/м}^3$  в кислородном конвертере вместимостью 370 т, работающем при следующих условиях: расход чугуна в шихту - 78 %, содержание кремния в чугуне - 0,6 %, поступление  $\text{SiO}_2$  в шлак из всех источников, кроме металлической шихты - 0,9 %, содержание  $\text{SiO}_2$  в шлаке - 15 %.

20. На сколько изменится масса 300 т жидкого металла при окислении 0,5 % Si и 0,2 % Mn кислородом FeO шлака ?

### 2.2.3 Учебно-методическое обеспечение

1. Колесников, Ю. А. *Металлургические технологии в высокопроизводительном конвертерном цехе : учебное пособие* / Ю. А. Колесников, Б. А. Буданов, А. М. Столяров ; под ред. В. А. Бигеева. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 380 с. - ISBN 978-5-9729-0475-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1167755> (дата обращения: 31.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Бигеев, В. А. *Металлургические технологии в высокопроизводительном электросталеплавильном цехе : учебное пособие* / В. А. Бигеев, А. М. Столяров, А. Х. Валиахметов. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 320 с. : ил., табл. - ISBN 978-5-9729-0493-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1167757> (дата обращения: 31.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

3. Ивлев, С. А. *Металлургические технологии. Metallurgy чёрных металлов : учебное пособие* / С. А. Ивлев, М. П. Ключев. — Москва : МИСИС, 2017. — 45 с. — ISBN 978-5-906846-57-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108106> (дата обращения: 31.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. *Основы металлургического производства : учебник* / В. А. Бигеев, К. Н. Вдовин, В. М. Колокольцев [и др.] ; под общей редакцией В. М. Колокольцева. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-4960-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/129223> (дата обращения: 31.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Айзатулов, Р. С. Теоретические основы сталеплавильного производства : учебное пособие / Р. С. Айзатулов. — Москва : МИСИС, 2002. — 320 с. — ISBN 5-87623-111-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/1824> (дата обращения: 31.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Электрохимический контроль и расчеты сталеплавильных процессов / С. Н. Падерин, Г. В. Серов, Е. В. Шильников, А. В. Алпатов. — Москва : МИСИС, 2011. — 284 с. — ISBN 978-5-87623-410-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2069> (дата обращения: 31.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Лузгин, В. П. Теория и технология металлургии стали: Энергетика, технология и экология сталеплавильных процессов : учебное пособие / В. П. Лузгин, К. Л. Косырев, О. А. Комолова. — Москва : МИСИС, 2010. — 67 с. — ISBN 978-5-87623-319-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2061> (дата обращения: 31.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
8. Марсуверский, Б. А. Совершенствование технологии производства и плавки титаномагнетитов Качканарского ГОКа в доменных печах : монография / Б. А. Марсуверский. — Москва : МИСИС, 2013. — 395 с. — ISBN 978-5-907061-84-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117012> (дата обращения: 31.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
9. Симонян, Л. М. Металлургические технологии переработки техногенного и вторичного сырья : учебное пособие / Л. М. Симонян, А. Г. Фролов, Е. Ф. Шкурко. — Москва : МИСИС, 2011. — 136 с. — ISBN 978-5-87623-425-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117049> (дата обращения: 31.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
10. Исаев, В. А. Комплексное использование минеральных ресурсов : учебно-методическое пособие / В. А. Исаев. — Москва : МИСИС, 2016. — 58 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93682> (дата обращения: 31.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
11. Лялюк, В.П. Доменная плавка с использованием в шихте каменного угля : монография / В.П. Лялюк. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 260 с. - ISBN 978-5-9729-0378-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1048769> (дата обращения: 31.10.2020). – Режим доступа: по подписке.
12. Лялюк, В. П. Моделирование процессов доменной плавки : монография / В. П. Лялюк. - Москва : Вологда : «Инфра-Инженерия», 2020. - 160 с. - ISBN 978-5-9729-0400-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1167767> (дата обращения: 31.10.2020). – Режим доступа: по подписке.
13. Совершенствование технологии производства окатышей и нового железорудного сырья для современной доменной плавки: теория, технология и оборудование подготовки шихт и их окомкования в производстве окатышей В 2 т. Т. 1 : монография / Ф. М. Журавлев, В. П. Лялюк, Н. И. Ступник [и др.]. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 332 с. - ISBN 978-5-9729-0455-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168571> (дата обращения: 31.10.2020). – Режим доступа: по подписке.
14. Совершенствование технологии производства окатышей и нового железорудного сырья для современной доменной плавки: теория, технология и оборудование термоупрочнения сырых окатышей и нового железорудного сырья. В 2 т.Т. 2 : монография / Ф. М. Журавлев, В. Я. Лялюк, Н. И. Ступнин [и др.] - Москва ; Вологда : Инфра-

Инженерия, 2020 - 368 с. - ISBN 978-5-9729-0456-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168584> (дата обращения: 31.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

15. Лялюк, В. П. Теоретические основы процессов горения топлива и газодинамики доменной плавки : монография / В. П. Лялюк. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 280 с. - ISBN 978-5-9729-0349-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1048775> (дата обращения: 31.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

16. Лялюк, В. П. Технология и оборудование подготовки, подачи и загрузки шихтовых материалов в доменную печь : монография / В. П. Лялюк. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 556 с. - ISBN 978-5-9729-0420-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168620> (дата обращения: 31.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

17. Лялюк, В. П. Технология подготовки шихты при производстве качественного кокса для доменной плавки : монография / В. П. Лялюк. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 212 с. - ISBN 978-5-9729-0429-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168630> (дата обращения: 31.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

18. Проектирование оборудования доменных цехов : учебное пособие / М. В. Андросенко, В. И. Кадошников, И. Д. Кадошникова, Е. В. Куликова. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 111 с. : ил. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=896.pdf&show=dcatalogues/1/1118826/896.pdf&view=true>

19. 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>

20. Парсункин, Б. Н. Автоматизация и оптимизация управления процессом выплавки чугуна в доменных печах : учебное пособие / Б. Н. Парсункин, С. М. Андреев, Т. Г. Сухонослова ; 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. Порядок подготовки и защиты выпускной квалификационной работы**

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

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

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

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

- делать заключение по теме исследования, обозначать перспективы дальнейшего изучения исследуемого вопроса;
- оформлять работу в соответствии с установленными требованиями.

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

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

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

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

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

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

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

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

При подготовке выпускной квалификационной работы обучающийся руководствуется локальным нормативным актом университета СМК-О-СМГТУ-36-20 Выпускная квалификационная работа: структура, содержание, общие правила выполнения и оформления. Версия 4 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.

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

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

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

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

В своем выступлении обучающийся должен отразить:

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

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

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

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

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 тем выпускных квалификационных работ**

1. Анализ перспективы применения металлизированного сырья в шихте электросталеплавильного производства;
2. Анализ технологий производства гибридного агломерата с целью внедрения на ПАО «ММК»;
3. Вторичное охлаждение слябовой непрерывной заготовки на криволинейной МНЛЗ с вертикальным участком в ЭСПЦ ПАО «ММК»;
4. Изучение работы доменной печи и хода процессов в ней при различном содержании железа в шихте;
5. Исследование продольной деформации затвердевающей оболочки непрерывнолитых слябов по следам качения на слябах при установившемся режиме разливки;
6. Исследование продольной деформации затвердевающей оболочки непрерывнолитых слябов по следам качения на хвостовых слябах;
7. Моделирование процесса нагрева лома в ДСП с шахтным подогревателем;
8. Оценка работы доменной печи №2 ПАО «ММК» при изменении содержания MgO в шлаке;
9. Особенности задувки доменных печей после капитального ремонта II разряда;
10. Проект опытно-промышленной установки совместной жидкофазой переработки конвертерных шлаков и шламов;
11. Совершенствование технологии вакуумирования в ККЦ ПАО «ММК»;
12. Совершенствование технологии выплавки стали с низким содержанием фосфора в кислородных конвертерах;
13. Разработка энерго-металлургического комплекса по переработке старых автомобильных шин;
14. Разработка технологии получения серосодержащих легирующих сплавов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза;
15. Разработка мероприятий по экологической безопасности сталеплавильного производства