



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов

09.02.2023 г.

**ПРОГРАММА
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Направление подготовки (специальность)
22.03.02 Metallургия

Направленность (профиль/специализация) программы
Metallургия черных металлов

Уровень высшего образования – бакалавриат

Форма обучения
(очная, заочная)

Институт Metallургии, машиностроения и материалобработки
Кафедра Metallургии и химических технологий

Магнитогорск
2023г.

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


Программа государственной итоговой аттестации рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и химических технологий 08.02.2023, протокол № 5

Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Программа государственной итоговой аттестации рассмотрена и утверждена на заседании методической комиссии института Metallургии, машиностроения и материалообработки 09.02.2023 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Программа ГИА составлена
ст. преподаватель кафедры МиХТ,  С.В.Юдина

Рецензент:
главный специалист металлургического отдела
АО «Магнитогорский ГИПРОМЕЗ», канд. техн. наук  А.В.Иванов

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 в соответствии с направленностью (профилем) образовательной программы Metallургия черных металлов должен быть подготовлен к решению задач профессиональной деятельности следующих типов:

– технологический.

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

– УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

– УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки

– УК-1.2 Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи; осуществляет поиск информации по различным типам запросов

– УК-1.3 При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения

– УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений;

– УК-2.1 Определяет круг задач в рамках поставленной цели и предлагает способы их решения и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта

– УК-2.2 Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм

– УК-2.3 Выполняет задачи в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и представляет результаты проекта, предлагает возможности их использования и/или совершенствования

– УК-3: Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде;

– УК-3.1 Определяет свою роль в социальном взаимодействии и командной работе, исходя из стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели; строит продуктивное взаимодействие с учетом норм и установленных правил командной работы

– УК-3.2 При реализации своей роли в социальном взаимодействии и командной работе учитывает особенности поведения и интересы других участников, анализирует возможные последствия личных действий

- УК-3.3 Осуществляет обмен информацией, знаниями и опытом с членами команды; оценивает идеи других членов команды для достижения поставленной цели
- УК-4: Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах);
 - УК-4.1 Выбирает стиль общения на русском языке в зависимости от цели и условий партнерства; адаптирует речь и стиль общения к ситуациям взаимодействия
 - УК-4.2 Ведет деловую переписку на русском и иностранном языках с учетом особенностей стилистики официальных писем и социокультурных различий
 - УК-4.3 Выполняет для личных целей перевод официальных и профессиональных текстов с иностранного языка на русский, с русского языка на иностранный
 - УК-4.4 Публично выступает на русском языке, строит свое выступление с учетом аудитории и цели общения
 - УК-4.5 Устно представляет результаты своей деятельности на иностранном языке, может поддержать разговор в ходе их обсуждения
- УК-5: Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах;
 - УК-5.1 Анализирует современное состояние общества на основе знания исторической ретроспективы и основ социального анализа
 - УК-5.2 Интерпретирует проблемы современности с позиций этики и философских знаний
 - УК-5.3 Демонстрирует понимание общего и особенного в развитии цивилизаций, религиозно-культурных отличий и ценностей локальных культур
- УК-6: Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни;
 - УК-6.1 Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей
 - УК-6.2 Определяет приоритеты собственной деятельности, личностного развития и профессионального роста
 - УК-6.3 Оценивает требования рынка труда и предложения образовательных услуг для выстраивания траектории собственного профессионального роста
- УК-7: Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;
 - УК-7.1 Выбирает здоровьесберегающие технологии для поддержания здорового образа жизни с учетом физиологических особенностей организма и условий реализации профессиональной деятельности
 - УК-7.2 Планирует свое рабочее и свободное время для оптимального сочетания физической и умственной нагрузки и обеспечения работоспособности
 - УК-7.3 Соблюдает и пропагандирует нормы здорового образа жизни в различных жизненных ситуациях и в профессиональной деятельности
- УК-8: Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов;

- УК-8.1 Анализирует и идентифицирует факторы опасного и вредного влияния элементов среды обитания (технических средств, технологических процессов, материалов, зданий и сооружений, природных и социальных явлений)
- УК-8.2 Выявляет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; предлагает мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций
- УК-8.3 Разъясняет правила поведения при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения; оказывает первую помощь, описывает способы участия в восстановительных мероприятиях
- УК-9: Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах;
 - УК-9.1 Обладает знаниями о нозологиях, связанных с ограниченными возможностями здоровья
 - УК-9.2 Учитывает специфику нозологий при взаимодействии с лицами с ОВЗ в социальной и профессиональной сферах
- УК-10: Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности;
 - УК-10.1 Понимает экономические законы, категории и принципы, возможности их использования в различных областях жизнедеятельности
 - УК-10.2 Использует экономические знания для принятия обоснованных экономических решений в различных областях жизнедеятельности
- УК-11: Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности;
 - УК-11.1 Определяет круг рисков экстремистской, террористической, коррупционной активности в рамках поставленной цели и предлагает способы их устранения, оценивает с позиции законодательства
 - УК-11.2 Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм законодательства
- ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания;
- ОПК-2: Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений;
- ОПК-3: Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области проектного менеджмента;
- ОПК-4: Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;
- ОПК-5: Способен решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств;
- ОПК-6: Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии;

– ОПК-7: Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными документами металлургической отрасли;

– ОПК-8: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

– ПК-1: Способен выполнять технологические операции по получению металлургической продукции, ее дальнейшей обработке;

– ПК-2: Способен выполнять задачи по проектированию основного и вспомогательного оборудования;

– ПК-3: Способен выполнять научно-исследовательские задачи в области профессиональной деятельности;

– ПК-4: Способен выполнять задачи по оценке сырья и металлургической продукции, корректировать и контролировать производственный процесс.

На основании решения Ученого совета университета от 15.02.2023 (протокол № 3) государственные аттестационные испытания по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия проводятся в форме:

– государственного экзамена;

– защиты выпускной квалификационной работы.

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

2. Программа и порядок проведения государственного экзамена

Согласно учебному плану подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена проводится в период с 03.06.2027 по 17.06.2027 для очной формы обучения и с 03.06.2028 по 17.06.2028 для 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 два этапа:

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

Подготовка к сдаче и сдача первого этапа государственного экзамена

Первый этап государственного экзамена проводится в форме компьютерного тестирования. Тест содержит вопросы и задания по проверке общекультурных компетен-

ций 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 четыре 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 работе.

2.1 Содержание государственного экзамена

2.1.1 Перечень тем, проверяемых на первом этапе государственного экзамена

1. Философия, ее место в культуре
2. Исторические типы философии
3. Проблема идеального. Сознание как форма психического отражения
4. Особенности человеческого бытия
5. Общество как развивающаяся система. Культура и цивилизация
6. История в системе гуманитарных наук
7. Цивилизации Древнего мира
8. Эпоха средневековья
9. Новое время XVI-XVIII вв.
10. Модернизация и становление индустриального общества во второй половине XVIII – начале XX вв.
11. Россия и мир в XX – начале XXI в.
12. Новое время и эпоха модернизации
13. Спрос, предложение, рыночное равновесие, эластичность
14. Основы теории производства: издержки производства, выручка, прибыль
15. Основные макроэкономические показатели
16. Макроэкономическая нестабильность: безработица, инфляция
17. Предприятие и фирма. Экономическая природа и целевая функция фирмы
18. Конституционное право
19. Гражданское право
20. Трудовое право
21. Семейное право
22. Уголовное право
23. Я и моё окружение (на иностранном языке)
24. Я и моя учеба (на иностранном языке)
25. Я и мир вокруг меня (на иностранном языке)
26. Я и моя будущая профессия (на иностранном языке)
27. Страна изучаемого языка (на иностранном языке)
28. Формы существования языка

29. Функциональные стили литературного языка
30. Проблема межкультурного взаимодействия
31. Речевое взаимодействие
32. Деловая коммуникация
33. Основные понятия культурологии
34. Христианский тип культуры как взаимодействие конфессий
35. Исламский тип культуры в духовно-историческом контексте взаимодействия
36. Теоретико-методологические основы командообразования и саморазвития
37. Личностные характеристики членов команды
38. Организационно-процессуальные аспекты командной работы
39. Технология создания команды
40. Саморазвитие как условие повышения эффективности личности
41. Диагностика и самодиагностика организма при регулярных занятиях физической культурой и спортом
42. Техническая подготовка и обучение двигательным действиям
43. Методики воспитания физических качеств.
44. Виды спорта
45. Классификация чрезвычайных ситуаций. Система чрезвычайных ситуаций
46. Методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций.

2.1.2 Перечень теоретических вопросов, выносимых на второй этап государственного экзамена

1. 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 главнейших 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. Metallургические шлаки. Строение шлаковых расплавов. Активность компонентов шлакового расплава.
22. Плавка стали в дуговой сталеплавильной печи без восстановительного периода.
23. Ковшевая 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 ковшевой 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 чугуне.
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 офлюсования 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. Ковшевая 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 Лавалья 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. Ковшевая 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 выход и состав извести, полученной из известняка Тургоякского месторождения, если в ней после обжига осталось 5 % п.п.п.
2. Определить окислительную способность руды Соколовско - Сарбайского горно-производственного объединения (ССГПО), окатышей ССГПО, агломерата и окалины ПАО "ММК" (ММК). Результаты расчетов представить графически.

3. 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 % Fe_Σ и 2,5% FeO .
4. Какое максимальное количество углерода (%) можно окислить кислородом 2 т окатышей, содержащих 64 % Fe_Σ ; ? Масса металла - 300 т (содержанием FeO в окатышах пренебречь).
5. 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%.
6. 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.
7. 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%.
8. 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 $P_{\text{ат}} = 0,05 \text{ МПа}$.
9. 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%.
10. Определить равновесное конечное содержание кислорода в металле после вакуумного обезуглероживания нераскисленного металла при условиях: $[C]_k = 0,03 \%$; $t_M = 1650 \text{ }^\circ\text{C}$; $P_{\text{co}} = 23,5 \text{ кПа}$.
11. 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%.
12. 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.
13. 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 %
14. Рассчитать количество поступившего кислорода при ковшевой обработке металла в сталеразливочном ковше вместимостью 250 т, если за время обработки содержание (Fe_2O_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.
15. 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 $50 \text{ }^\circ\text{C}$.
16. Сколько извести, содержащей 85 % CaO , потребуется для ошлакования 0,7 % Si в 300 т жидкого металла, если основность шлака-3,5 ?

17. Определить в конвертере выход шлака, содержащего 15 % SiO_2 , если основность шлака равна 3,6, расход извести составил 25 т, другие шлакообразующие материалы внесли 5 т CaO .

18. Определить объем шлака плотностью 3,2 т/м³ в кислородном конвертере вместимостью 370 т, работающем при следующих условиях: расход чугуна в шихту - 78 %, содержание кремния в чугуне - 0,6 %, поступление SiO_2 в шлак из всех источников, кроме металлической шихты - 0,9 %, содержание SiO_2 в шлаке - 15 %.

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

2.1.4 Перечень рекомендуемой литературы для подготовки к государственному экзамену

1. Ваганов А.И., Прохоров И.Е. Расчёт доменной шихты упрощённым методом. Методические указания. Магнитогорск: МГТУ, 2007.

2. Кропотов В.К., Дружков В.Г. Расчёт профиля доменной печи. Методические указания. Магнитогорск: МГМА, 2008.

1. Ефименко Г. Г., Гиммельфарб А. А., Левченко В. Е. Metallurgy чугуна. Киев: Высшая школа, 1987.

2. Тулин М.А., Кудрявцев В.С., Пчёлкин С.А. и др. Развитие бескоксовой металлургии. М.: Metallurgy, 1987.

3. Производство агломерата и окатышей. Справочник под ред. докт. техн. наук Ю.С.Юсфина). М.: Metallurgy, 1984.

4. Ваганов А.И., Стефанович М.А., Сысоев Н.П. Движение и распределение газов в доменной печи. Инструкция. Магнитогорск: МГМИ, 1994.

5. Ваганов А.И. Влияние уровня засыпи и газового потока на углы откоса. Инструкция. Магнитогорск: МГМА, 1996

6. Дружков В. Г. Определение вертикального давления материалов в присутствии газового потока. Изучение условий подвешивания шихты в доменных печах. Инструкция. Магнитогорск. МГМА. 1996.

7. Кропотов В.К. Движение материалов и газов в фурменных очагах доменной печи. Магнитогорск: МГТУ, 1998.

8. Кропотов В.К. Изучение давления шихты на жидкие продукты плавки. Магнитогорск: МГМА, 1996.

9. Стефанович М.А., Неясов А.Г. Изучение коллекции образцов сырых материалов и продуктов доменной плавки. Инструкция. Магнитогорск: МГМА, 1996.

10. Неясов А.Г. Изучение основных закономерностей процесса агломерации. Инструкция. Магнитогорск: МГМА, 1996.

11. Неясов А.Г. Изучение процесса получения сырых окатышей. Инструкция. Магнитогорск: МГМА, 1996.

12. Российская металлургия. Итоги // Национальная металлургия.- 2002.- № 4.- С. 34-36, № 5.- С. 56-57.

13. Афонин С.З. Сталеплавильное производство России и конкурентоспособность металлопродукции // Metallurg.- 2002.- № 11.- С. 4-6.

14. Совершенствование конвертерного производства стали в ОАО “ММК” / Р.С. Тахаутдинов, В.Ф. Сарычев, Ю.А. Бодяев, О.А. Николаев // Сталь.- 2002.- № 1.- С. 12-14.

15. Исследование структуры и параметров реакционных зон при верхней продувке применительно к пректированию многоцелевых конвертерных фурм / Е.В. Протопопов, А.Г. Чернятевич, Д.А. Лаврик, Е.Л. Мастеровенко // Известия вузов. Черная металлургия.- 2002.- № 12.- С. 16-21.

16. Особенности технологии выплавки конвертерной стали в ОАО ММК /Р.С. Тахаутдинов, В.Ф. Коротких, А.Ф. Сарычев, О.А. Николаев, А.Д. Носов // Сталь.- 1999.- № 11.- С. 18-19.
17. Лопухов Г.А. Новости черной металлургии за рубежом. – М.: Черметинформация, 1998.- С. 30-46.
19. Марочник стали и сплавов / М.М. Колосков, Е.Т. Долбенко, Ю.В. Каширский и др.: Под общей ред. А.С. Зубченко. – М.: Машиностроение, 2001.- 672 с.
18. Тахаутдинов Р.С. Производство стали в кислородно – конвертерном цехе Магнитогорского металлургического комбината. – Магнитогорск: Дом Печати, 2001.- 148 с.
19. Колесников Ю.А., Столяров А.М. Расчет плавки стали в конвертере с комбинированной подачей дутья. – Магнитогорск: МГТУ, 2000.- 36 с.
20. Колесников Ю.А., Столяров А.М. Определение основных параметров технологии плавки стали в конвертере с верхней подачей дутья. – Магнитогорск: МГМА,1996.- 38 с.
21. Технология производства стали в современных конвертерных цехах / С.В. Колпаков, Р.В. Старов, В.В. Смоктий и др. Под общей ред. С.В. Колпакова. – М.: Машиностроение, 1991.- 464 с.
22. Арсентьев П.П., Яковлев В.В., Комаров С.В. Конвертерный процесс с комбинированным дутьем. – М.: Металлургия, 1991.- 176 с.
23. Глинков Г.М., Чайкин Б.С. Энергосберегающие режимы работы мартеновских и двухванных печей. – М.: Металлургия, 1991.- 128 с.
24. Совершенствование технологии внепечной обработки конвертерной стали / А.Ф. Сарычев, А.Д. Носов, В.Ф. Коротких и др.// Сталь. – 2002. - №1. – С. 19-21.
25. Установка циркуляционного вакуумирования по способу КТВ на заводе фирмы ERDEMIR TAS, турция/ И.Гель, С. Чапар, Т. Айхерт, А. Куббе// Черные металлы. – 1999. - май. – С. 29-35.
26. Развитие процессов циркуляционного вакуумирования / Н. Лякишев, А. Шалимов // Национальная металлургия. –2002. - №5. – С. 66 – 70.
27. О некоторых аспектах эксплуатации вакуумных установок ОАО ММК/ А.Ф. Са-рычев, А.Д. Носов, В.Ф. Коротких и др.// Сталь. – 2002. - №1. – С. 19-21.
28. Кудрин В.А. Внепечная обработка чугуна и стали - М.: Металлургия, 1992. - 336 с.
29. Кньюпель Г. Раскисление и вакуумная обработка стали. Часть 1. Термодинамические и кинетические закономерности. Пер. с нем.- М.: Металлургия, 1973. - 312 с.
30. Кньюпель Г. Раскисление и вакуумная обработка стали. Часть 2. Основы и технология ковшевой металлургии: Пер. с нем.- М.: Металлургия, 1984. - 414 с.
31. Внепечное вакуумирование стали / А.Н. Морозов, М.М. Стрекаловский, Г.И. Чернов и др.- М.: Металлургия, 1975. - 287 с.
32. Рафинирование стали инертным газом / К.П. Баканов, И.П. Бармотин, Н.Н. Вла-сов и др.- М.: Металлургия, 1975. - 230 с.
33. Рафинирование стали синтетическим шлаком / С.Г. Войнов, А.Г. Шалимов, Л.Ф.Косой и др.- М.: Металлургия, 1970. - 463 с.
34. Соколов Г.А. Внепечное рафинирование стали.- М.: Металлургия, 1977. - 206 с.
35. Кудрин В.А., Парма В. Технология получения качественной стали.- М.: Металлургия, 1984. - 320 с.
36. Смирнов Н.А., Кудрин В.А. Рафинирование стали продувкой порошками в печи и ковше.- М.: Металлургия, 1986 (Проблемы сталеплавильного производства). - 168 с.
37. Якушев А.М. Справочник конвертерщика.- Челябинск: Металлургия, 1990. - 448 с.

38. 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>

39. 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>

40. 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>

41. Бигеев, В. А. Металлургические технологии в высокопроизводительном электросталеплавильном цехе : учебное пособие / В. А. Бигеев, А. М. Столяров, А. Х. Валихметов ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL:

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

2.1.5 Рекомендации обучающимся по подготовке к государственному экзамену

Подготовка к тестированию

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

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

Подготовка к письменному ответу

Во время подготовки обучающемуся следует правильно составить письменный ответ. Хорошо структурированный ответ должен содержать в себе следующие пункты: определение главных теоретических положений и терминов; примеры по теме вопроса; разные взгляды ученых на заданный вопрос. Обучающемуся рекомендуется подкреплять ответ ссылками на учебные пособия и цитатами ученых, изучающих тему вопроса. Рекомендуется оценить ответ с разных сторон. Если в ответе обучающийся использует сокращения, нужно пояснить, как они расшифровываются. Следует строго отвечать на поставленный вопрос и не пытаться написать лишнюю информацию, при этом ответ на вопрос должен быть максимально полным. Перед написанием ответа на бумаге необходимо составить примерный план ответа на экзаменационный вопрос, чтобы внести в билет всю нужную информацию. Каждый ответ должен иметь логическое завершение и содержать выводы.

Работа с учебной литературой (конспектом)

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

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

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

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

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

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

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

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

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

– конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

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

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

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

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

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

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

3. Порядок подготовки и защиты выпускной квалификационной работы

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

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

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 методическими указаниями и локальным нормативным актом университета СМК-О-СМГТУ-36-20 Выпускная квалификационная работа: структура, содержание, общие правила выполнения и оформления.

3.3 Порядок защиты выпускной квалификационной работы

Законченная выпускная квалификационная работа должна пройти процедуру нормоконтроля, включая проверку на объем заимствований, а затем представлена руководителю для оформления письменного отзыва.

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

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

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

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

В своем выступлении обучающийся должен отразить:

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

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

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

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

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