



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

04.02.2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОМЕННЫХ ПЕЧЕЙ***

Направление подготовки (специальность)  
22.03.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы  
Metallurgy of black metals

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

|                     |                                                           |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|
| Институт/ факультет | Институт металлургии, машиностроения и материалообработки |
| Кафедра             | Металлургии и химических технологий                       |
| Курс                | 3                                                         |
| Семестр             | 6                                                         |

Магнитогорск  
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 702)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
Металлургии и химических технологий  
29.01.2025, протокол № 5

Зав. кафедрой



А.С. Харченко

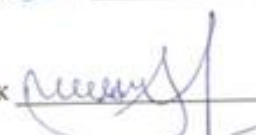
Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ  
04.02.2025 г. протокол № 4

Председатель



А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:  
доцент кафедры МиХТ, канд. техн. наук



И.В. Макарова

Рецензент:  
доцент кафедры ПиЭММиО, канд. техн. наук



М.В. Андросенко

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

## **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями освоения дисциплины «Эксплуатация доменных печей» являются: формирование у обучающихся овладение представлениями, знаниями, умениями и навыками в соответствии с видом профессиональной деятельности: осуществление проектирования и эксплуатации доменного оборудования, осуществление контроля технологического процесса выплавки чугуна в доменных печах; выполнение мероприятий по обеспечению качества чугуна в соответствии с требованием потребителя; организация эффективной работы доменных печей; проведение анализа эффективности и результативности работы доменных печей.

## **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Эксплуатация доменных печей входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Проектирование доменных печей и вспомогательного оборудования

Основы металлургического производства

Оборудование современных доменных цехов

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Основы технического творчества

Учебная - научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)

Методы оптимизации в металлургии

Научно-исследовательская работа

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

## **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Эксплуатация доменных печей» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции                                                                                                                             |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-2           | Способен выполнять задачи по проектированию основного и вспомогательного оборудования                                                                        |
| ПК-2.1         | Решает задачи по проектированию основного и вспомогательного оборудования                                                                                    |
| ПК-4           | Способен выполнять задачи по оценке сырья и металлургической продукции, корректировать и контролировать производственный процесс                             |
| ПК-4.1         | Оценивает сырье и металлургическую продукцию, корректирует и контролирует производственный процесс с обоснованием принятых технологических и технических мер |

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 85,5 акад. часов;
- аудиторная – 84 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,5 акад. часов;
- самостоятельная работа – 94,5 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет с оценкой

| Раздел/ тема дисциплины                                                                                                 | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) |           |             | Самостоятельная работа студента | Вид самостоятельной работы                                                        | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код компетенции |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------|-----------|-------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------|
|                                                                                                                         |         | Лек.                                         | лаб. зан. | практ. зан. |                                 |                                                                                   |                                                                 |                 |
| 1. Задувка доменной печи                                                                                                |         |                                              |           |             |                                 |                                                                                   |                                                                 |                 |
| 1.1 Приемка оборудования                                                                                                | 6       | 1                                            |           |             | 2                               | Изучение теоретического материала                                                 | Устный опрос                                                    | ПК-2.1, ПК-4.1  |
| 1.2 Сушка воздухонагревателей и доменной печи                                                                           |         | 1                                            |           |             | 2                               | Изучение теоретического материала                                                 | Устный опрос                                                    | ПК-2.1, ПК-4.1  |
| 1.3 Подготовка горна и чугунной лётки к первому выпуску чугуна                                                          |         | 1                                            |           |             | 2                               | Изучение теоретического материала                                                 | Устный опрос                                                    | ПК-2.1, ПК-4.1  |
| 1.4 Состав шихты в задувочной и раздувочной периоды                                                                     |         | 1                                            |           |             | 2                               | Изучение теоретического материала                                                 | Выполнение контрольной работы №1                                | ПК-2.1, ПК-4.1  |
| 1.5 Продолжительность раздувочного периода, возможные неполадки в работе печи и оборудования. Правила безопасной работы |         | 1                                            |           |             | 2                               | Подготовка докладов по теме "Задувка доменной печи"                               | Представление презентаций по теме доклада                       | ПК-2.1, ПК-4.1  |
| Итого по разделу                                                                                                        |         | 5                                            |           |             | 10                              |                                                                                   |                                                                 |                 |
| 2. Выпуск и переработка продуктов плавки                                                                                |         |                                              |           |             |                                 |                                                                                   |                                                                 |                 |
| 2.1 График выпусков чугуна и шлака                                                                                      | 6       | 1                                            |           | 3           | 1                               | Выполнение расчета "Расчет графика выпусков для доменный печей различного объема" | Отчет по выполненному расчету                                   | ПК-2.1, ПК-4.1  |
| 2.2 Подготовка к выпуску                                                                                                |         | 1                                            |           |             | 1                               | Поиск дополнительной                                                              | Устный опрос                                                    | ПК-2.1, ПК-4.1  |

|                                                                                       |   |   |  |    |     |                                                                                                                     |                                                                   |                |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|----|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------|
|                                                                                       |   |   |  |    |     | информации по заданной теме                                                                                         |                                                                   |                |
| 2.3 Выпуск жидких продуктов плавки из доменной печи и разделение их на литейном дворе | 6 | 1 |  | 2  | 1,2 | Поиск дополнительной информации по заданной теме                                                                    | Устный опрос                                                      | ПК-2.1, ПК-4.1 |
| 2.4 Неполадки при выпуске чугуна и шлака. Меры безопасности                           |   | 1 |  |    | 1   | Изучение теоретического материала                                                                                   | Устный опрос                                                      | ПК-2.1, ПК-4.1 |
| 2.5 Переработка продуктов плавки                                                      |   | 1 |  |    | 1   | Изучение теоретического материала                                                                                   | Выполнение контрольной работы №2                                  | ПК-2.1, ПК-4.1 |
| Итого по разделу                                                                      |   | 5 |  | 5  | 5,2 |                                                                                                                     |                                                                   |                |
| 3. Эксплуатация доменной печи и вспомогательных агрегатов                             |   |   |  |    |     |                                                                                                                     |                                                                   |                |
| 3.1 Система шихтоподачи                                                               | 6 | 2 |  | 10 | 5   | Изучение теоретического материала. Выполнение практической работы по расчету и проектированию системы шихтоподачи   | Отчет по выполненному расчету                                     | ПК-2.1, ПК-4.1 |
| 3.2 Схема подачи дутья в доменную печь                                                |   | 2 |  | 2  | 4   | Проработка лекционного материала                                                                                    | Устный опрос                                                      | ПК-2.1, ПК-4.1 |
| 3.3 Устройство воздухонагревателей и принцип работы                                   |   | 2 |  |    | 2   | Подготовка докладов по теме "Типы воздухонагревателей"                                                              | Представление презентации по теме доклада                         | ПК-2.1, ПК-4.1 |
| 3.4 Схема очистки колошникового газа                                                  |   | 2 |  | 10 | 5   | Изучение теоретического материала<br>Выполнение практической работы по проектированию и расчета системы газоочистки | Выполнение контрольной работы №3<br>Отчет по выполненному расчету | ПК-2.1, ПК-4.1 |
| 3.5 Система охлаждения доменной печи                                                  |   | 1 |  | 2  | 2   | Поиск дополнительной информации по заданной теме                                                                    | Устный опрос                                                      | ПК-2.1, ПК-4.1 |
| Итого по разделу                                                                      |   | 9 |  | 24 | 18  |                                                                                                                     |                                                                   |                |
| 4. Управление ходом доменной плавки                                                   |   |   |  |    |     |                                                                                                                     |                                                                   |                |
| 4.1 Контроль и регулирование технологических                                          | 6 | 2 |  | 8  | 5   | Подготовка и оформление результатов                                                                                 | Защита практической работы                                        | ПК-2.1, ПК-4.1 |

|                                                               |   |     |  |    |      |                                                                                                               |                                             |                |
|---------------------------------------------------------------|---|-----|--|----|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------|
| параметров                                                    |   |     |  |    |      | практической работы<br>Выполнение самостоятельной работы "Оценка схода шихтовых материалов по показаниям КИП" | Отчет по выполненной самостоятельной работе |                |
| 4.2 Способы воздействия на ход печи                           | 6 | 2   |  | 10 | 5    | Выполнение практических работ.<br>Изучение теоретического материала                                           | Устный опрос                                | ПК-2.1, ПК-4.1 |
| 4.3 Расстройства хода доменной плавки и способы их устранения |   | 2   |  | 8  | 5    | Изучение теоретического материала                                                                             | Выполнение контрольных работ №4,5           | ПК-2.1, ПК-4.1 |
| Итого по разделу                                              |   | 6   |  | 26 | 15   |                                                                                                               |                                             |                |
| 5. Остановка и пуск печи. Аварии                              |   |     |  |    |      |                                                                                                               |                                             |                |
| 5.1 Остановка печи: кратковременная, длительная и вынужденная | 6 | 0,5 |  |    | 2    | Поиск дополнительной информации по заданной теме                                                              | Устный опрос                                | ПК-2.1, ПК-4.1 |
| 5.2 Пуск печи после остановки                                 |   | 0,5 |  |    | 2    | Подготовка докладов по теме "Остановка доменной печи"                                                         | Представление презентаций по теме доклада   | ПК-2.1, ПК-4.1 |
| 5.3 Основные виды аварий                                      |   | 0,5 |  |    | 2    | Поиск дополнительной информации по теме занятия                                                               | Представления презентации                   | ПК-2.1, ПК-4.1 |
| 5.4 Выдувка и ремонт печи                                     |   | 0,5 |  |    | 2    | Поиск дополнительной информации по заданной теме                                                              | Выполнение контрольной работы №6            | ПК-2.1, ПК-4.1 |
| 5.5 Реконструкция доменных печей                              |   | 1   |  | 1  | 2,6  | Проработка лекционного материала                                                                              | Устный опрос                                | ПК-2.1, ПК-4.1 |
| Итого по разделу                                              |   | 3   |  | 1  | 46,3 |                                                                                                               |                                             |                |
| Итого за семестр                                              |   | 28  |  | 56 | 58,8 |                                                                                                               | зао                                         |                |
| Итого по дисциплине                                           |   | 28  |  | 56 | 94,5 |                                                                                                               | зачет с оценкой                             |                |

## 5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Эксплуатация доменных печей» используются как традиционная и модульно-компетентностная технологии, так и технология проблемного и интерактивного обучения.

С целью реализации компетентностного подхода, а также формирования и развития профессиональных навыков обучающихся реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;

самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы;

формирование и развитие профессиональных навыков обучающихся на практических занятиях.

К интерактивным методам, используемым при изучении дисциплины «Эксплуатация доменных печей», относятся: использование проблемных методов изложения материала с применением эвристических приемов (создание проблемных ситуаций и др.); а также создание электронных продуктов (презентаций).

На занятиях целесообразно использовать технологию коллективного взаимообучения, совмещая ее с технологией проблемного обучения. При этом необходимо повышать познавательную активность студентов, организуя самостоятельную работу как исследовательскую творческую деятельность.

Лекции проходят как форме информационных лекций, так и в форме лекций-консультаций, где теоретический материал заранее выдается обучающимся для самостоятельного изучения, для подготовки вопросов лектору, таким образом, лекция проходит по типу вопросы-ответы-дискуссия. Иногда лекции проходят в виде проблемной лекции с освещением различных научных подходов к поставленной проблеме.

В изложении лекционного материала и при проведении практических занятий предполагается переход от репродуктивных методов обучения к частично-поисковым и исследовательским методам, развивающим логическое, теоретическое мышление, умение аргументировать и отстаивать собственное понимание вопроса. С этой целью возможно использование методов эвристических вопросов и брэйнсторминга (мозговой атаки).

В ходе занятий предполагается использование комплекса инновационных методов активного обучения студентов, включающего в себя:

- создание проблемных ситуаций с показательным решением проблемы преподавателем;
- самостоятельную поисковую деятельность в решении учебных проблем, направляемую преподавателем;
- самостоятельное решение проблем студентами под контролем преподавателя.

Реализация инновационных методов обучения возможна с использованием следующих приемов:

- инструктаж студентов по составлению таблиц, схем, графиков с проведением последующего их анализа;
- применение рекомендаций по составлению тезисов и конспектов по прочитанному материалу;
- раскрытие преподавателем причин и характера неудач, встречающихся при решении проблем;
- демонстрация альтернативных подходов к решению конкретной проблемы;
- анализ полученных результатов и отыскание границ их применимости;

- использование заданий для самостоятельной работы с избыточными данными.

На практических занятиях студенты закрепляют знания, полученные на лекционных парах. Также на практических занятиях при работе на физических моделях отрабатываются навыки эксплуатации доменного оборудования.

Самостоятельная работа студентов должна быть направлена на закрепление теоретического материала, изложенного преподавателем, на проработку тем, отведенных на самостоятельное изучение, на подготовку к занятиям, подготовку к итоговой аттестации.

При проведении заключительного контроля необходимо выявить степень правильности, объема, глубины знаний, умений, навыков, полученных при изучении курса наряду с выявлением степени самостоятельности в применении полученных знаний.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) Основная литература:**

1. Основы металлургического производства : учебник / В.А. Бигеев, К.Н.Вдовин, В.М. Колокольников, В.М. Салганик. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-2486-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/90165>

2. Дружков, В. Г. Основы проектирования доменных печей : учебное пособие [для вузов] / В. Г. Дружков, И. Е. Прохоров, И. В. Макарова ; Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУим. Г. И. Носова, 2022. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL:<https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20292>

### **б) Дополнительная литература:**

1. Информационные системы в металлургии : учебник / УГТУ (УПИ) ; Н. А. Спирин, Ю. В. Ипатов, В. И. Лобанов и др. ; под науч. ред. Н. А. Спирина. - Екатеринбург, 2001. - 617 с. : ил., схемы, табл. - Текст : непосредственный.

2. Зиганшин, М.Г. Проектирование аппаратов пылегазоочистки : учебное пособие / М.Г. Зиганшин, А.А. Колесник, А.М. Зиганшин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 544 с. — ISBN 978-5-8114-1681-3. — Текст : электронный //Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/53696> .

3. Металлургия чугуна. Учебник для ВУЗов. Под ред. Ю. С. Юсфина. -М.: Металлургия, 2004. Раздел: Эксплуатация доменных печей. С. 702-754.

### **в) Методические указания:**

1. Контроль хода, организация и регулирование доменной плавки. Методические указания к практическим занятиям по курсу «Эксплуатация доменных печей» / Дружков В.Г., Ваганов А.И., Сибгатуллин С.К. — Магнитогорск: МГМА, 2009, 9 с.

2. Состояние футеровки печи после выдувки ее на ремонт (стенд, ауд.033).

3. Сибгатуллин С.К., Ваганов А.И., Прохоров И.Е., Майорова Т.В. Расчёт технических показателей доменной плавки. Магнитогорск: МГТУ, 2011. — 74 с.

4. Сибгатуллин С.К., Харченко А.С. Анализ причин изменения удельного расхода кокса и производительности доменной печи по производственным данным. Магнитогорск: ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова». 2011. – 18 с.

5. Сибгатуллин С.К. Определение удельного расхода кокса и производительности доменной печи при изменении условий работы. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2009. – 13 с.

6. Сибгатуллин С.К., Ваганов А.И., Коноплёв А.Д. Распределение материалов по окружности в колошниковом пространстве доменной печи. Инструкция. Магнитогорск: ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова». 2011. – 15 с.

7. Ваганов А.И., Сибгатуллин С.К., Макарова И.В., Коноплёв А.Д. Распределение материалов на колошнике доменной печи при загрузке с использованием колошниковых плит. Инструкция. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2008. – 10 с.

8. Кропотов В.К., Ваганов А.И., Коноплёв А.Д., Макарова И.В. Изучение распределения давления шихты в моделях. Методические указания для выполнения лабораторных работ. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2005. – 18 с.

#### г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

##### Программное обеспечение

| Наименование ПО             | № договора                   | Срок действия лицензии |
|-----------------------------|------------------------------|------------------------|
| MS Office 2007 Professional | № 135 от 17.09.2007          | бессрочно              |
| 7Zip                        | свободно распространяемое ПО | бессрочно              |
| FAR Manager                 | свободно распространяемое ПО | бессрочно              |
| Браузер Yandex              | свободно распространяемое ПО | бессрочно              |

##### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| Название курса                                                                                   | Ссылка                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»                | <a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>                                  |
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) | URL:<br><a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>      |
| Российская Государственная библиотека. Каталоги                                                  | <a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues /</a> |
| Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова                                              | <a href="https://host.megaprolib.net/M P0109/Web">https://host.megaprolib.net/M P0109/Web</a>        |

#### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
  - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
2. Учебная аудитория для проведения практических занятий оснащена:
  - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной -
  - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
  - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
4. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
  - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
  - инструментами для ремонта учебного оборудования;
  - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

### 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Вопросы для самопроверки представлены в виде практико-ориентированных заданий для выполнения расчетов по эксплуатации оборудования доменной печи, для оценки умения использования производственных и технологических данных контроля работы доменной печи. Также вопросы для самопроверки представлены теоретическими вопросами, требующие развёрнутого устного ответа, позволяющие проверить уровень усвоения знаний и освоения общих и профессиональных компетенций по дисциплине.

По дисциплине «Эксплуатация доменных печей» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.

#### Примерные вопросы для устного опроса по изучаемым темам

**Схема управления основными производственными участками и службами доменного цеха:**

1. Состав доменных цехов. Основное и вспомогательное оборудование.
2. Типы доменных цехов по взаимному расположению оборудования.
3. Особенности расположения оборудования относительно доменной печи в доменном цехе блочного типа.
4. Особенности расположения оборудования относительно доменной печи в доменном цехе островного типа.
5. Службы доменных цехов.
6. Транспортные потоки доменного цеха.

#### **Задувка доменной печи:**

1. Определение задувки доменной печи.
2. Этапы задувки.
3. Функции и особенности приемки оборудования.
4. Функции и особенности сушка воздухонагревателей и доменной печи. Необходимая продолжительность сушки.
5. Функции и особенности подготовка горна к загрузке задувочной шихты.

#### **Выпуск и переработка продуктов плавки:**

1. Литейный двор доменной печи. Назначение.
2. Определение выпуска жидких продуктов плавки из горна доменной печи.
3. Подготовка к выпуску.
4. Открытие чугунной летки. Используемое оборудование. Принцип работы.
5. Разделение чугуна и шлака на литейном дворе доменной печи. Схема.
6. Продолжительность выпуска. Особенности.
7. Закрытие чугунной летки. Используемое оборудование. Принцип работы.
8. Понятие графика выпуска жидких продуктов плавки.
9. Подготовка литейного двора к выпуску жидких продуктов плавки.
10. Возможные неполадки и аварийные ситуации при выпуске чугуна и шлака.
11. Способы переработки продуктов плавки.

#### **Схема подачи дутья в доменную печь**

1. Оборудование для формирования горячего дутья
2. Состав доменного дутья.
3. Порядок расположения оборудования по формированию дутья.
4. Схема подачи дутья в доменную печь. Особенности работы оборудования.

#### **Система охлаждения доменной печи**

1. Назначение и устройство системы охлаждения доменной печи.
2. Типы холодильников доменной печи.
3. Виды охлаждающих реагентов. Достоинства и недостатки.
4. Охлаждаемая и неохлаждаемая часть доменной печи.
5. Места установки различных типов холодильников.
6. Охлаждение лещади доменной печи. Особенности.

### **Управление ходом доменной плавки**

1. Понятие ровного хода доменной печи. Причины нарушения его.
2. Датчики, место расположения их для замера количества дутья и давления горячего дутья. Характер диаграмм при ровном ходе печи.
3. Контроль работы печи по визуальным наблюдениям.
4. Расположение датчиков и места отбора импульса для замера температуры и давления колошниковога газа. Характерные диаграммы при ровном ходе печи и расстройтвах его.
5. Контроль уровня и очертания поверхности засыпи.
6. Причины нижних подвисаний шихты. Пути снижения их вероятностей.
7. Перечислить виды расстройтва хода доменной плавки. Подробно о загромождении горна: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.
8. Перечислить виды расстройтва хода доменной плавки. Подробно о верхних подвисаниях: причины, признаки, методы предупреждения и устранения
9. Перечислить виды нарушения газораспределения в доменной печи. Подробно о периферийном ходе: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.
10. Перечислить виды нарушения газораспределения в доменной печи. Подробно о канальном ходе: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.
11. Методы регулирования доменной плавкой “сверху”. Подробно о режиме загрузки: масса подачи, система, уровень засыпи.
12. Методы регулирования доменной плавки “сверху”. Подробно о регулировании рудной нагрузки и регулировании окружного распределения “ВРШ”.
13. Перечислить методы регулирования хода доменной печи “сверху”. Подробно о новых способах регулирования: переменный уровень засыпи, ступенчатое открывание большого конуса, применение подвижных плит колошника
14. Перечислить методы регулирования доменной плавки “снизу”. Подробно о регулировании расходом дутья и соотношением природный газ- технологический кислород.
15. Нижние подвисания шихты. Причины, пути снижения их вероятности.
16. Анализ работы доменной печи по диаграмме изменения содержания  $\text{CO}_2$  по сечению колошника.
17. Анализ работы доменной печи по диаграмме изменения температуры газа по сечению колошника

### **Остановка печи**

1. Принцип работы доменной печи
2. Необходимость кратковременных остановок доменных печей: примеры.
3. Необходимость длительных остановок доменных печей: примеры.
4. Необходимость вынужденных остановок доменных печей: примеры.

### **Примерные контрольные работы**

#### **Контрольная работа №1 «Задувка доменных печей»**

1. Задувка доменных печей. Последовательность операций.
2. Определение задувочных шихт доменных печей. Особенности. Необходимость использования специальных задувочных шихт.
3. Загрузка задувочных шихт по высоте доменной печи.

4. Собственно задувка. Особенности (температура и расход дутья, наличие дополнительного топливной добавки, влажность дутья).
5. Понятие раздувочного периода.
6. Первый выпуск жидких продуктов плавки. Особенности.
7. Продолжительность задувочного периода и выход печи на проектную мощность.

### **Контрольная работа №2 «Выпуск и переработка продуктов плавки»**

1. Назначение и устройство чугуновой и шлаковой леток доменной печи.
2. Подготовка к выпуску жидких продуктов плавки.
3. Собственно выпуск жидких продуктов плавки.
4. Разделение чугуна и шлака на литейном дворе.
5. Заккрытие чугуновой летки.
6. Принцип расчета рационального количества выпусков при известном  $\tau$  выпуска.
7. Способы переработки огненно-жидкого шлака.

### **Контрольная работа №3 «Очистка колошникового газа»**

1. Схема очистки доменного газа. Подробно о грубой очистке. Аппараты, принцип действия.
2. Схема очистки доменного газа. Подробно о полутонкой очистке. Аппараты, принцип действия.
3. Схема очистки доменного газа. Подробно о тонкой очистке. Аппараты, принцип действия трубы Вентури.
4. Схема очистки доменного газа. Подробно о тонкой очистке. Аппараты, принцип действия электрофильтра.
5. Схема очистки доменного газа. Подробно о тонкой очистке. Аппараты, принцип действия рукавного.
6. Схема очистки доменного газа. Подробно о тонкой очистке. Аппараты, принцип действия дроссельной группы.
7. Схема очистки доменного газа. Подробно о тонкой очистке. Аппараты, принцип действия ГУБТ.

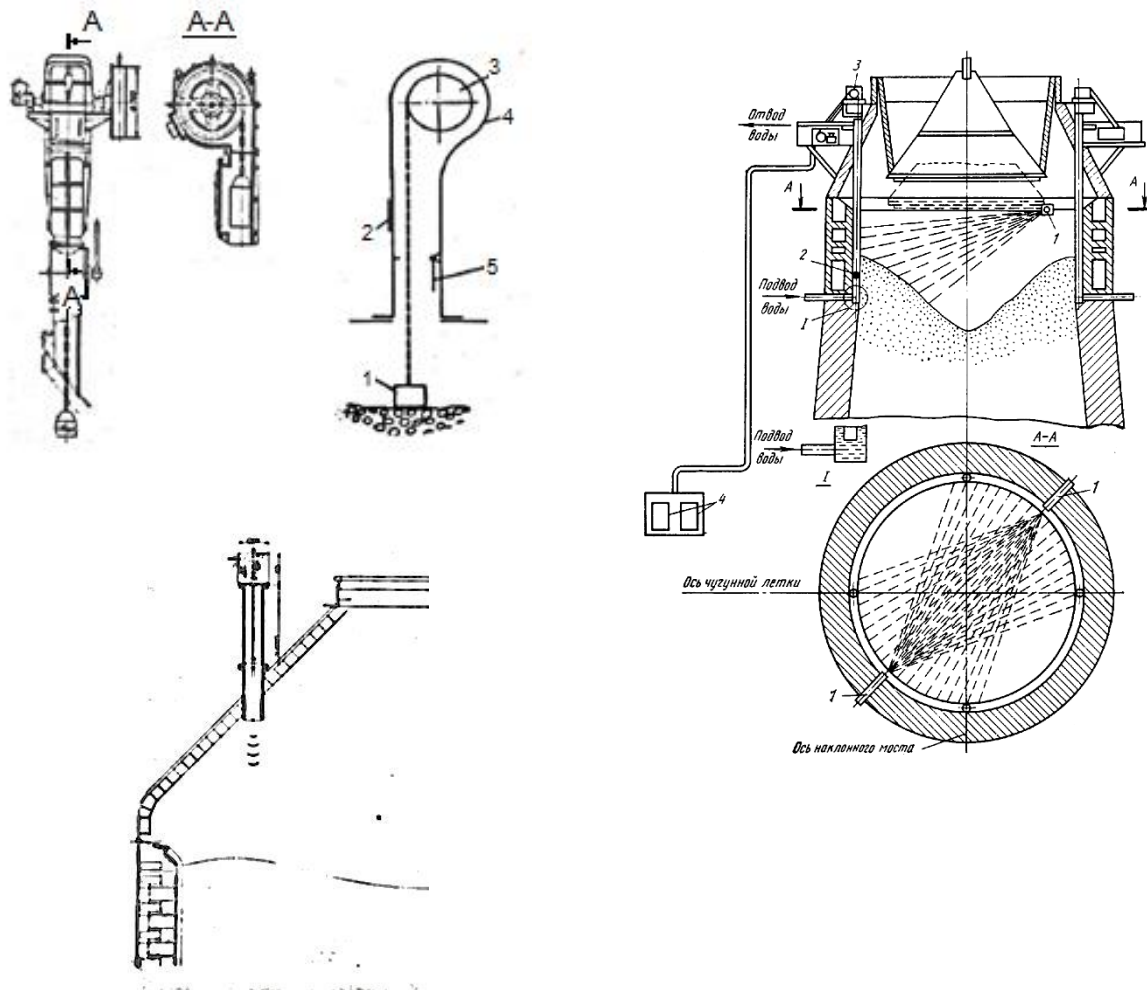
### **Контрольная работа №4 «Оценка работы доменной печи»**

1. Оценка теплового состояния доменного процесса по химическому составу жидких продуктов плавки.
2. Визуальная оценка теплового состояния доменного процесса по внешнему виду жидких продуктов плавки.
3. По данным КИП идет повышение температуры колошникового газа. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
4. По данным КИП идет понижение температуры колошникового газа. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
5. По данным КИП идет понижение содержания  $\text{CO}_2$  колошникового газа по периферии. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
6. По данным КИП наблюдается замедленное и неравномерное срабатывание подач. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
7. По данным КИП наблюдается падение содержания  $\text{CO}_2$  только в одной точке колошника. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
8. По визуальным наблюдениям на фурмы стали приходят темные куски кокса. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
9. По анализу химического состава чугуна наблюдается понижение содержания марганца в нем. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
10. По анализу химического состава чугуна наблюдается понижение содержания серы в нем. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.

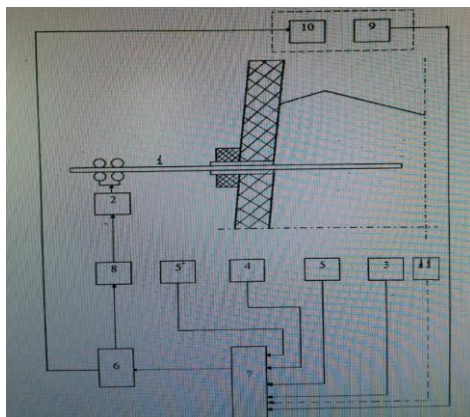
11. По анализу химического состава чугуна наблюдается понижение содержания кремния в нем. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
12. По анализу химического состава шлака наблюдается понижение основности его. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
13. По анализу химического состава шлака наблюдается повышение основности его. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.

### Контрольная работа №5 «Практика ведения доменного процесса»

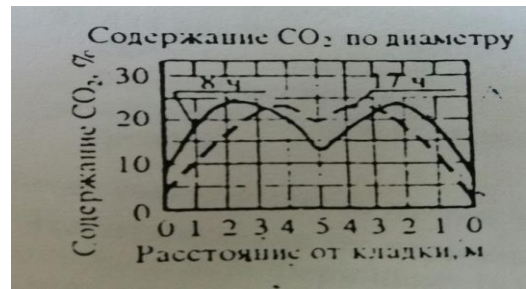
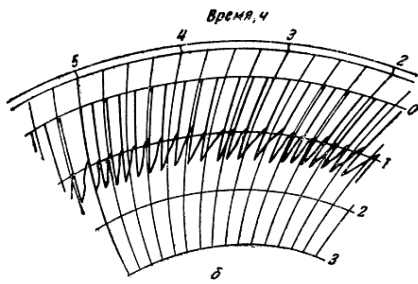
1. Описать принцип действия представленного оборудования для контроля схода столба шихты на доменных печах:



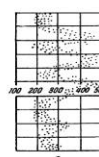
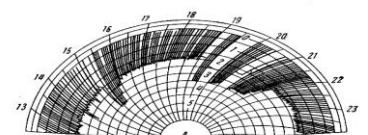
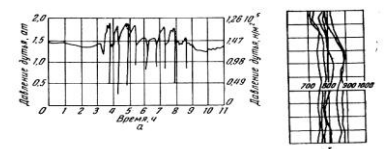
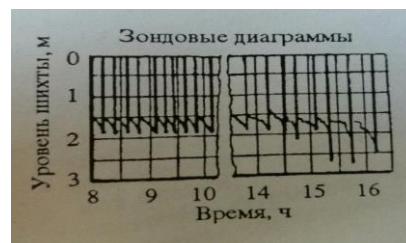
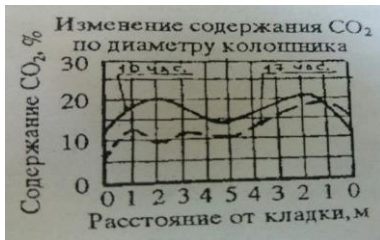
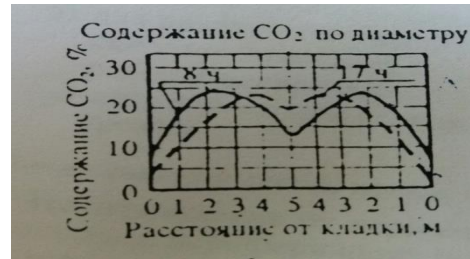
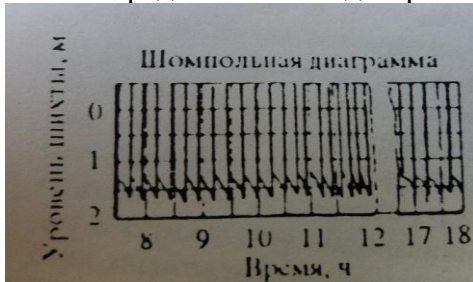
2. Описать принцип контроля схода шихтовых материалов по представленной схеме

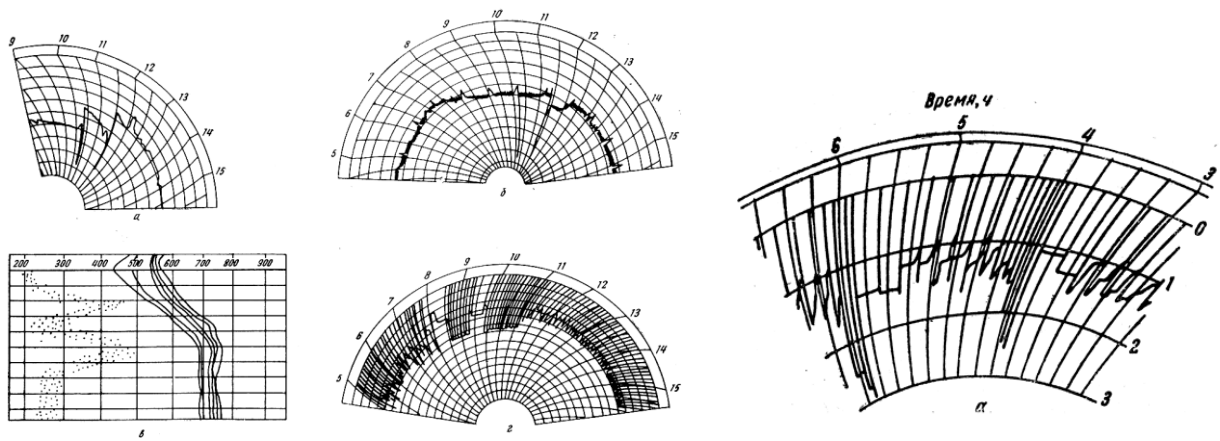


3. Описать представленную диаграмму, принцип ее построения



4. По представленным диаграммам определить тип расстройтва хода доменной печи



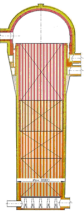
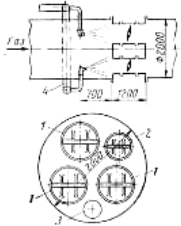
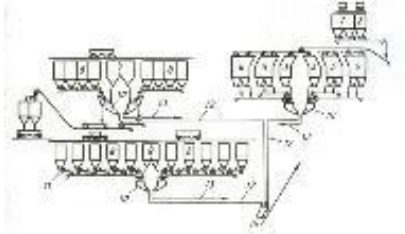


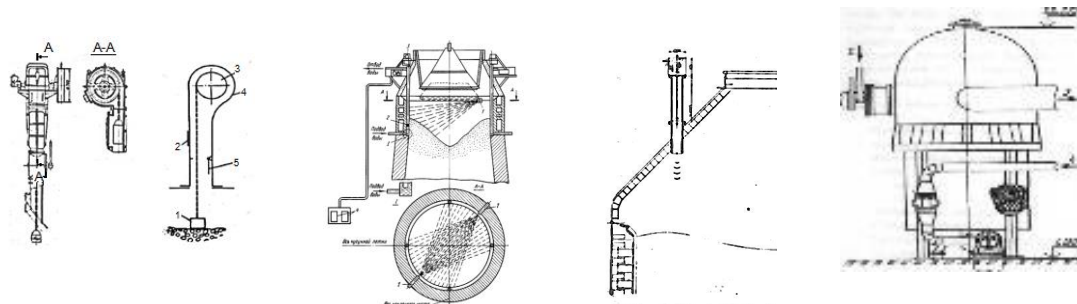
### Контрольная работа №6 «Технологические операции при эксплуатации доменных печей»

1. Остановка печи для смены воздушной фурмы. Последовательность операций.
2. Особенности выдувки доменной печи перед ремонтом I разряда
3. Выпуск козлового чугуна из доменной печи.
4. Ремонт доменной печи II разряда.
5. Ремонт доменной печи III разряда.
6. Ремонт доменной печи I разряда.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

| Структурный элемент компетенции                                                             | Планируемые результаты обучения                                           | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-2: Способен выполнять задачи по проектированию основного и вспомогательного оборудования |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ПК-2.1                                                                                      | Решает задачи по проектированию основного и вспомогательного оборудования | <p>Примерные теоретические вопросы для экзамена</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Назначение и устройство бункерной эстакады.</li><li>– Типы воздухонагревателей доменной печи. Принцип работы.</li><li>– План доменного цеха: состав комплекса печи и расположение печей.</li><li>– Литейный двор доменной печи. Назначение.</li><li>– Схема очистки доменного газа.</li><li>– Подача шихтовых материалов на колошник доменной печи.</li><li>– Система охлаждения доменных печей.</li></ul> <p><b>Примерные практические задания для экзамена:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Определить представленное оборудование, объяснить принцип действия</li><li>– Определить материалы для изделий и конструкций для представленного оборудования.</li><li>– По представленной схеме выявить достоинства и недостатки процесса шихтоподачи</li></ul> <div></div> <p><small>Рис. 6. Система шихтоподачи, элементная база "Алгоритм" объемом 1000 м³<br/>1-Бункеры коксовых; 2,2'-Бункеры коксовых; 3-Получера МГО-мартен и домен;<br/>4-Бункеры коксовых и домен; 5-Бункеры коксовых; 6-Бункеры коксовых; 7-Бункер коксов;<br/>8-Бункер коксов; 9-Бункер коксов; 10-Бункер коксов; 11-Бункер коксов; 12-Бункер коксов; 13-Бункер коксов; 14-Бункер коксов</small></p> |

| Структурный элемент компетенции                                                                                                        | Планируемые результаты обучения                                                                                                                              | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |      |       |      |     |     |   |    |      |      |      |       |   |    |      |      |      |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|-------|------|-----|-----|---|----|------|------|------|-------|---|----|------|------|------|-------|
|                                                                                                                                        |                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"><li>– Указать достоинства и недостатки указанного оборудования</li><li>– Описать принцип действия представленного оборудования для контроля схода столба шихты на доменных печах:</li></ul> <div></div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |      |       |      |     |     |   |    |      |      |      |       |   |    |      |      |      |       |
| ПК-4: Способен выполнять задачи по оценке сырья и металлургической продукции, корректировать и контролировать производственный процесс |                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |      |       |      |     |     |   |    |      |      |      |       |   |    |      |      |      |       |
| ПК-4.1                                                                                                                                 | Оценивает сырье и металлургическую продукцию, корректирует и контролирует производственный процесс с обоснованием принятых технологических и технических мер | <p><b>Примерные теоретические вопросы на экзамен:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Контроль работы печи по визуальным наблюдениям.</li><li>– Контроль уровня и очертания поверхности засыпи.</li><li>– Причины нижних подвисаний шихты. Пути снижения их вероятностей.</li><li>– Анализ работы доменной печи по диаграмме изменения содержания CO<sub>2</sub> по сечению колошника.</li></ul> <p><b>Примерные практические задания на экзамен:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Оценка теплового состояния доменного процесса по химическому составу жидких продуктов плавки: по представленным химическим составам чугуна определить, при выплавке какого чугуна температурный уровень процесса был выше. Дать развернутое объяснение.</li></ul> <table><tr><td>Чугун</td><td>Fe,%</td><td>Si,%</td><td>Mn,%</td><td>P,%</td><td>S,%</td></tr><tr><td>1</td><td>94</td><td>0,60</td><td>0,55</td><td>0,07</td><td>0,018</td></tr><tr><td>2</td><td>94</td><td>0,50</td><td>0,44</td><td>0,07</td><td>0,020</td></tr></table> <ul style="list-style-type: none"><li>– Визуальная оценка теплового состояния доменного процесса по внешнему виду жидких продуктов плавки: по представленным образцам чугуна и шлака</li></ul> | Чугун | Fe,% | Si,%  | Mn,% | P,% | S,% | 1 | 94 | 0,60 | 0,55 | 0,07 | 0,018 | 2 | 94 | 0,50 | 0,44 | 0,07 | 0,020 |
| Чугун                                                                                                                                  | Fe,%                                                                                                                                                         | Si,%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Mn,%  | P,%  | S,%   |      |     |     |   |    |      |      |      |       |   |    |      |      |      |       |
| 1                                                                                                                                      | 94                                                                                                                                                           | 0,60                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0,55  | 0,07 | 0,018 |      |     |     |   |    |      |      |      |       |   |    |      |      |      |       |
| 2                                                                                                                                      | 94                                                                                                                                                           | 0,50                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0,44  | 0,07 | 0,020 |      |     |     |   |    |      |      |      |       |   |    |      |      |      |       |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 |                                 | <p>определить тепловой уровень процесса, при котором были выплавлены эти образцы.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– По данным КИП идет понижение температуры колошникового газа. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.</li> <li>– По данным КИП идет понижение содержания <math>\text{CO}_2</math> колошникового газа по периферии. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.</li> <li>– По данным КИП наблюдается замедленное и неравномерное срабатывание подач. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.</li> <li>– По данным КИП наблюдается падение содержания <math>\text{CO}_2</math> только в одной точке колошника. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.</li> <li>– По визуальным наблюдениям на фурмы стали приходить темные куски кокса. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.</li> <li>– По анализу химического состава чугуна наблюдается понижение содержания марганца в нем. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.</li> <li>– По анализу химического состава чугуна наблюдается понижение содержания серы в нем. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.</li> <li>– По анализу химического состава чугуна наблюдается понижение содержания кремния в нем. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.</li> <li>– По представленным диаграммам определить тип расстройтва хода доменной печи. Указать время наступления расстройтва. Определить технологические решения для устранения расстройтва.</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;">   </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>– По представленным диаграммам определить тип расстройтва хода доменной печи. Указать время наступления расстройтва. Определить технологические решения для устранения расстройтва</li> </ul> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 |                                 | <div data-bbox="981 240 1223 389"> </div> <div data-bbox="1498 240 1756 413"> </div> <p data-bbox="996 422 2089 523">– По представленным диаграммам определить тип расстройства хода доменной печи. Указать время наступления расстройства. Определить технологические решения для устранения расстройства</p> <div data-bbox="992 520 1330 737"> </div> <div data-bbox="1509 520 1789 711"> </div> <p data-bbox="996 810 2089 842">– Описать принцип контроля схода шихтовых материалов по представленной схеме</p> <div data-bbox="1050 876 1290 1035"> </div> <p data-bbox="996 1050 1854 1082">– Описать представленную диаграмму, принцип ее построения:</p> <div data-bbox="1050 1082 1319 1227"> </div> <p data-bbox="996 1241 2089 1337">– По представленным диаграммам определить тип расстройства хода доменной печи. Указать время наступления расстройства. Определить технологические решения для устранения расстройства</p> |

| Структурный<br>элемент<br>компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                       |                                 | <div data-bbox="1048 236 1303 414"> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>– По представленной диаграмме определить тип возможной аварии и методы безопасной ликвидации ее последствий</li> </ul> <div data-bbox="1048 491 1258 635"> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>– По представленной диаграмме определить тип возможной аварии и методы безопасной ликвидации ее последствий</li> </ul> <div data-bbox="1048 711 1317 871"> </div> |

#### **б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Эксплуатация доменных печей» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой.

Зачет с оценкой по данной дисциплине проводится в устной форме.

Вопросы на зачет с оценкой берутся из вопросов по контрольным работам. При сдаче зачета с оценкой обучающийся должен продемонстрировать навыки и умения эксплуатации доменного оборудования, знания по вопросам анализа работы доменной печи в периоды с ровным ходом и его нарушением. Обучающийся должен показать умение определять вид нарушения хода доменной плавки по представленным диаграммам.

##### **Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, 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.