



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

20.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ДОМЕННОГО ПРОЦЕССА***

Направление подготовки (специальность)  
22.03.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы  
Metallurgy of black metals

Уровень высшего образования - бакалавриат  
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения  
очная

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

Магнитогорск  
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 04.12.2015 г. № 1427)

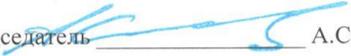
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

18.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

20.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры МиХТ, канд. техн. наук



И.В. Макарова

Рецензент:

доцент кафедры МиТОДиМ, канд. техн. наук



Е.Ю. Звягина

**Лист актуализации рабочей программы**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от 31 08. 2020 г. № 1  
Зав. кафедрой А.С. Харченко А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 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 2022 - 2023 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 2023 - 2024 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 «Методы контроля доменного процесса» являются:

- развитие у студентов личностных качеств, а также формирование общекультурных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 22.03.02 «Металлургия».
- формирование у обучающихся представлений, знаний, умений и навыков в соответствии с видом профессиональной деятельности;
- осуществление контроля технологического процесса выплавки чугуна в доменных печах.

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

Дисциплина Методы контроля доменного процесса входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

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

Теория, технология и автоматизация доменного процесса

Основы металлургического производства

Учебная - практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности

Современный инжиниринг металлургического производства

Учебная - ознакомительная практика

История металлургии

История техники

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

Научно-исследовательская работа

Производственная - практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Проектирование доменных печей

Производственная – преддипломная практика

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Методы контроля доменного процесса» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения  |
|---------------------------------|--|
| ПК-10                           | способностью осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке   |
| Знать                           | - организацию технического контроля в доменном производстве;<br>- общие принципы работы автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУТП) и прикладного программно-го обеспечения;<br>- принципы коррекции хода доменного процесса |

|   |  |
|---|--|
| Уметь   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать системы автоматического управления технологическим процессом;</li> <li>- находить причины нарушений доменной технологии и пути их коррекции;</li> <li>- оценивать состояние технологического процесса производства чугуна;</li> <li>- осуществлять и корректировать технологический процесс производства чугуна</li> </ul> |
| Владеть   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- основными методиками контроля доменного процесса;</li> <li>- методиками оценки состояния доменного процесса;</li> <li>- навыками управления и коррекции доменного процесса;</li> <li>- методиками осуществления технологического процесса производства чугуна</li> </ul>  |
| ПК-13 готовностью оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов |  |
| Знать   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- причины возможных аварий доменного процесса, планы их ликвидации;</li> <li>- взаимосвязь режима технологических процессов и качества продуктов плавки</li> </ul>  |
| Уметь   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять возможность возникновения нарушений в технологическом процессе производства чугуна;</li> <li>- принимать технологические решения при возникновении нарушений в технологическом процессе производства чугуна</li> </ul>   |
| Владеть   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками устранения нарушений в технологическом процессе производства чугуна;</li> <li>- способами определения возникновения аварий и нарушений доменного процесса;</li> <li>- методиками ликвидации последствий аварий и нарушений доменного процесса;</li> </ul>  |

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 55 акад. часов;
- аудиторная – 51 акад. часов;
- внеаудиторная – 4 акад. часов
- самостоятельная работа – 17,3 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Форма аттестации - экзамен

| 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. Показатели работы доменной печи, качества сырья и продукции     |         |  |           |             |                                 |  |   |                 |
| 1.1 Техничко-экономические показатели доменного процесса           | 6       | 1  |           |             | 0,5                             | Проработка лекционного материала                           | Устный опрос  | ПК-10, ПК-13    |
| 1.2 Показатели качества чугуна и шлака                             |         | 1  |           |             | 0,5                             | Проработка лекционного материала                           | Устный опрос  | ПК-10, ПК-13    |
| 1.3 Сырьевые показатели доменного процесса                         |         | 2  | 4/ИИ      |             | 0,5                             | Подготовка и оформление результатов лабораторной работы №1 | Защита лабораторной работы №1                                   | ПК-10, ПК-13    |
| 1.4 Показатели дутьевого режима доменного процесса                 |         | 2  |           |             | 0,5                             | Проработка лекционного материала                           | Устный опрос  | ПК-10, ПК-13    |
| 1.5 Взаимосвязь показателей качества сырья и работы доменной печи  |         | 2  |           |             |                                 | Поиск дополнительной информации по заданной теме           | Устный опрос  | ПК-10, ПК-13    |
| Итого по разделу   |         |  | 8         | 4/ИИ        |                                 | 2  |   |                 |
| 2. Параметры и принципы контроля доменного процесса                |         |  |           |             |                                 |  |   |                 |
| 2.1 Параметры и принципы контроля процесса загрузки доменных печей | 6       | 2  | 4/ИИ      |             | 0,5                             | Подготовка и оформление результатов лабораторной работы №2 | Защита лабораторной работы №2                                   | ПК-10, ПК-13    |
| 2.2 Параметры и принципы контроля процесса задувки доменных печей  |         | 1  |           |             | 0,5                             | Проработка лекционного материала                           | Выполнение контрольной работы №1                                | ПК-10, ПК-13    |
| 2.3 Параметры и принципы контроля процесса выдувки доменных печей  |         | 1  |           |             | 0,5                             | Проработка лекционного материала                           | Выполнение контрольной работы №2                                | ПК-10, ПК-13    |

|                                     |   |   |    |       |  |      |   |  |              |
|-------------------------------------|---|---|----|-------|--|------|---|--|--------------|
| 2.4                                 | Параметры и принципы контроля дутьевого режима доменного процесса         | 6 | 2  | 4/ИИ  |  | 0,5  | Подготовка и оформление результатов лабораторной работы №3  | Защита лабораторной работы №3  | ПК-10, ПК-13 |
| 2.5                                 | Параметры и принципы контроля газодинамического режима доменного процесса |   | 2  |       |  | 0,5  | Проработка лекционного материала                            | Устный опрос   | ПК-10, ПК-13 |
| Итого по разделу                    |   |   | 8  | 8/2И  |  | 2,5  |   |  |              |
| 3. Ход доменной печи                |   |   |    |       |  |      |   |  |              |
| 3.1                                 | Понятие ровного хода доменной печи, показатели ровного хода               | 6 | 2  |       |  | 0,5  | Проработка лекционного материала                            | Устный опрос   | ПК-10, ПК-13 |
| 3.2                                 | Виды расстройств доменной печи и причины их возникновения и устранения    |   | 4  |       |  | 0,5  | Проработка лекционного материала                            | Устный опрос   | ПК-10, ПК-13 |
| Итого по разделу                    |   |   | 6  |       |  | 1    |   |  |              |
| 4. Контроль хода доменного процесса |   |   |    |       |  |      |   |  |              |
| 4.1                                 | Контролируемые параметры доменного процесса, КИП                          | 6 | 2  |       |  | 2    | Проработка лекционного материала                            | Устный опрос   |              |
| 4.2                                 | Параметры ровного хода доменной печи                                      |   | 2  |       |  | 2    | Проработка лекционного материала                            | Устный опрос   |              |
| 4.3                                 | Параметры хода доменной печи при возникновении расстройств                |   | 6  |       |  | 5    | Проработка лекционного материала                            | Устный опрос   |              |
| 4.4                                 | Способы воздействия на ход печи   |   | 2  | 5/ЗИ  |  | 2,8  | Подготовка и оформление результатов лабораторных работ №4,5 | Защита лабораторных работ №4,5<br>Выполнение контрольной работы №4,5 |              |
| Итого по разделу                    |   |   | 12 | 5/ЗИ  |  | 11,8 |   |  |              |
| Итого за семестр                    |   |   | 34 | 17/6И |  | 17,3 |   | экзамен  |              |
| Итого по дисциплине                 |   |   | 34 | 17/6И |  | 17,3 |   | экзамен  | ПК-10,ПК-13  |

## 5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Методы контроля доменного процесса» 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 «Методы контроля доменного процесса», 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 лабораторных занятиях студенты закрепляют знания, полученные на лекционных парах. Также на лабораторных занятиях на лабораторных моделях отрабатываются навыки методов контроля доменного процесса. Студентам предлагаются следующие виды лабораторных занятий:

1. Изучение коллекции образцов сырых материалов и продуктов доменной плавки
2. Влияние уровня засыпи и газового потока на углы откоса материалов в модели колошника доменной печи.
3. Определение вертикального давления сыпучих материалов в присутствии газового потока. Изучение условий подвисяния шихты в доменных печах
4. Радиальное распределение материалов в доменной печи при загрузке конусным загрузочным устройством.
5. Окружное распределение шихтовых материалов в доменных печах при загрузке конусным загрузочным устройством.

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 (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Шайнович, О.И. Индустриальные системы и оборудование в металлургии : учебное пособие / О.И. Шайнович. — Москва : МИСИС, 2011. — 144 с. — ISBN 978-5-87623-502-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117401>
2. Основы металлургического производства : учебник / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольцев, 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>

### **б) Дополнительная литература:**

1. 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> .
2. Ивлев, С.А. Металлургические технологии. Металлургия чёрных металлов : учебное пособие / С.А. Ивлев, М.П. Клюев. — Москва : МИСИС, 2017. — 45 с. — ISBN 978-5-906846-57-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108106>

**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: ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2016, 9 с.

2. 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». 2016. – 15 с.

3. 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: ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2016. – 10 с.

4. 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: ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2016. – 18 с.

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

| Наименование ПО                        | № договора                   | Срок действия лицензии |
|--|------------------------------|------------------------|
| MS Windows 7 Professional(для классов) | Д-1227-18 от 08.10.2018      | 11.10.2021             |
| MS Office 2007 Professional            | № 135 от 17.09.2007          | бессрочно              |
| FAR Manager                            | свободно                     | бессрочно              |
| 7Zip                                   | свободно распространяемое ПО | бессрочно              |

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

| Название курса   | Ссылка   |
|--|--|
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)   | URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a> |
| Поисковая система Академия Google (Google Scholar)   | URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>                     |
| Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам                             | URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>                               |
| Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» | URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</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;
  - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий «Лаборатория доменного производства» оснащена лабораторным оборудованием:
  - физические модели доменных печей;
  - лабораторные установки для исследований процессов, протекающих в доменных печах: модель конусного загрузочного устройства, модель горна доменной печи
  - 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 методам контроля доменного процесса, для оценки умения использования производственных и технологических данных контроля работы доменной печи. Также вопросы для самопроверки представлены теоретическими вопросами, требующие развернутого устного ответа, позволяющие проверить уровень усвоения знаний и освоения общих и профессиональных компетенций по дисциплине.

По дисциплине «Методы контроля доменного процесса» 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

#### Задувка доменной печи:

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

#### 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 колошниковогаза. Характерные диаграммы при ровном ходе печи и расстройках его.
5. Контроль уровня и очертания поверхности засыпи.
6. Причины нижних подвисаний шихты. Пути снижения их вероятностей.
7. Перечислить виды расстройств хода доменной плавки. Подробно о загромождении горна: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.
8. Перечислить виды расстройств 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 нагрузкой 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 подвисяния 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 Параметры и принципы контроля процесса выдувки 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.

##### **Контрольная работа №3 «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 колошниковога газа. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
4. По данным КИП идет понижение температуры колошниковога газа. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
5. По данным КИП идет понижение содержания  $\text{CO}_2$  колошниковога 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.

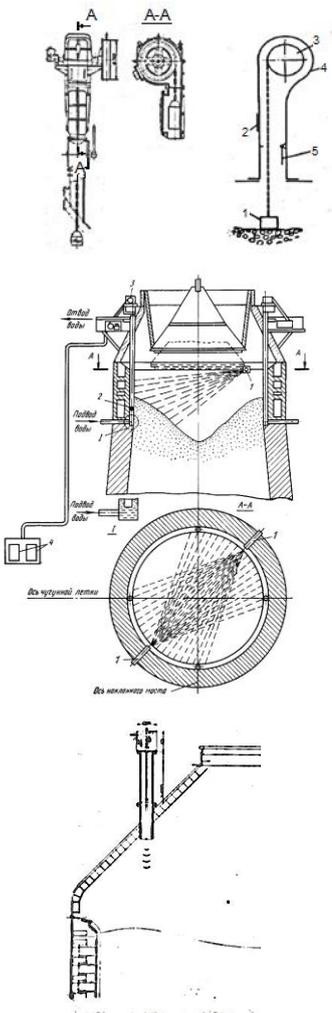
##### **Контрольная работа №4 «Оценка работы доменной печи»**

1. По визуальным наблюдениям на фурмы стали приходить темные куски кокса. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
2. По анализу химического состава чугуна наблюдается понижение содержания марганца

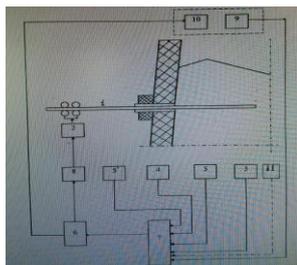
- в нем. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
- По анализу химического состава чугуна наблюдается понижение содержания серы в нем. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
  - По анализу химического состава чугуна наблюдается понижение содержания кремния в нем. О чем это говорит? Дать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

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

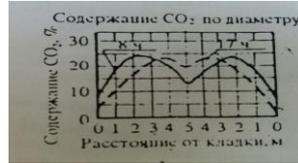
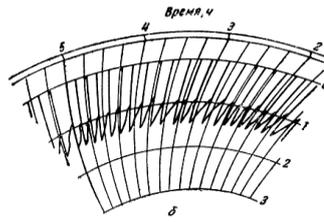
- Описать принцип действия представленного оборудования для контроля схода столба шихты на доменных печах:



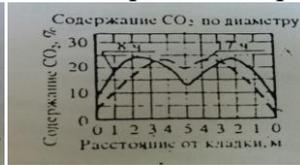
- Описать принцип контроля схода шихтовых материалов по представленной схеме



- Описать представленную диаграмму, принцип ее построения



4. По представленным диаграммам определить тип расстройтва хода доменной печи

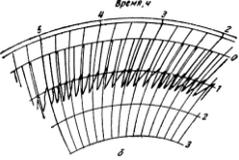
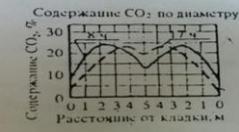


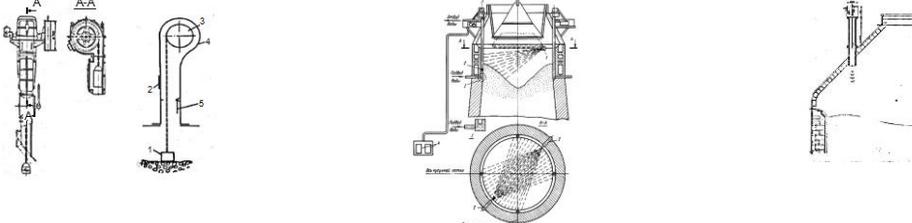
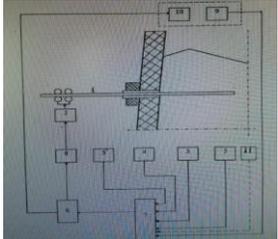


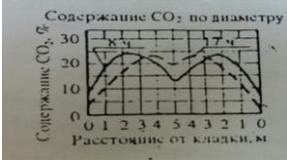
7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

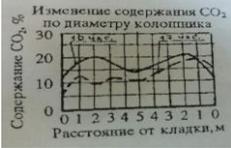
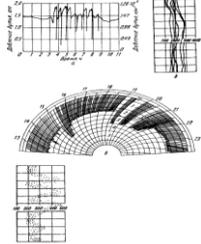
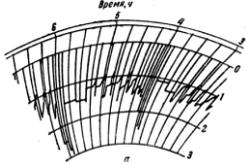
а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

| Структурный элемент компетенции   | Планируемые результаты обучения  | Оценочные средства  |       |      |       |      |     |     |   |    |      |      |      |       |   |    |      |      |      |       |
|---|--|---|-------|------|-------|------|-----|-----|---|----|------|------|------|-------|---|----|------|------|------|-------|
| ПК-10 - готовностью оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов |  |   |       |      |       |      |     |     |   |    |      |      |      |       |   |    |      |      |      |       |
| Знать   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– организацию технического контроля в доменном производстве;</li> <li>– общие принципы работы автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУТП) и прикладного программного обеспечения;</li> <li>– принципы коррекции хода доменного процесса</li> </ul>  | <p>Примерные теоретические вопросы для экзамена:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Устройство и расположение основных датчиков для контроля за ходом доменного процесса.</li> <li>2. Задувка и раздувочный период работы доменной печи.</li> <li>3. Причины нарушения ровного хода.</li> <li>4. Оценка теплового состояния доменной печи, включая визуальную.</li> <li>5. Способы регулирования хода доменной печи «снизу».</li> <li>6. Способы регулирования доменной печи «сверху».</li> <li>7. Система охлаждения доменных печей.</li> <li>8. Контроль уровня и очертания поверхности засыпи.</li> </ol>   |       |      |       |      |     |     |   |    |      |      |      |       |   |    |      |      |      |       |
| Уметь   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать системы автоматического управления технологическим процессом;</li> <li>– находить причины нарушений доменной технологии и пути их коррекции;</li> <li>– оценивать состояние технологического процесса производства чугуна;</li> <li>– осуществлять и корректировать технологический процесс производства чугуна</li> </ul> | <p>Примерные практические задания для экзамена:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проанализировать работу доменной печи по диаграмме изменения содержания CO<sub>2</sub> по сечению колошника.</li> <li>2. Оценить тепловое состояние 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> </ol> <table border="1" data-bbox="1048 1098 1832 1209"> <thead> <tr> <th>Чугун</th> <th>Fe,%</th> <th>Si,%</th> <th>Mn,%</th> <th>P,%</th> <th>S,%</th> </tr> </thead> <tbody> <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> </tbody> </table> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Визуально оценить тепловое состояние доменного процесса по внешнему виду жидких продуктов плавки: по представленным образцам чугуна и шлака определить тепловой уровень процесса, при котором были выплавлены эти образцы.</li> </ol> | 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>4. По данным КИП идет понижение температуры колошникового газа. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.</p> <p>5. По данным КИП идет понижение содержания <math>\text{CO}_2</math> колошникового газа по периферии. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.</p> <p>6. Описать представленную диаграмму, принцип ее построения</p>  <p>7. Описать представленную диаграмму, принцип ее построения:</p>    |
| Владеть                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>– основными методиками контроля доменного процесса;</li> <li>– методиками оценки состояния доменного процесса;</li> <li>– навыками управления и коррекции доменного процесса;</li> <li>– методиками осуществления технологического процесса производства чугуна</li> </ul> | <p>Примерные практические задания для экзамена:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. По данным КИП наблюдается замедленное и неравномерное срабатывание подач. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.</li> <li>2. 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>3. По визуальным наблюдениям на фурмы стали приходят темные куски кокса. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.</li> <li>4. По анализу химического состава чугуна наблюдается понижение содержания марганца в нем. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.</li> <li>5. По анализу химического состава чугуна наблюдается понижение содержания серы в нем. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.</li> <li>6. По анализу химического состава чугуна наблюдается понижение содержания кремния в нем. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.</li> <li>7. Описать принцип действия представленного оборудования для контроля</li> </ol> |

| Структурный элемент компетенции  | Планируемые результаты обучения   | Оценочные средства  |
|--|---|---|
|  |   | <p style="text-align: center;">схода столба шихты на доменных печах:</p>  <p>8. Описать принцип контроля схода шихтовых материалов по представленной схеме</p>    |
| <b>ПК-13 - готовностью оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов</b> |   |   |
| Знать  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– причины возможных аварий доменного процесса, планы их ликвидации;</li> <li>– взаимосвязь режима технологических процессов и качества продуктов плавки</li> </ul> | <p>Примерные теоретические вопросы к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перечислить виды расстройств хода доменной плавки.</li> <li>2. Перечислить виды нарушения газораспределения в доменной печи.</li> <li>3. Возникновение периферийного хода: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.</li> <li>4. Возникновение осевого хода: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.</li> <li>5. Возникновение канального хода: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.</li> <li>6. Возникновение горячего хода: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.</li> <li>7. Возникновение холодного хода: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.</li> </ol> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения   | Оценочные средства  |
|---------------------------------|---|---|
|                                 |   | <p>8. Возникновение тугого хода: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.</p> <p>9. Возникновение верхнего подвисания: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.</p> <p>10. Возникновение нижнего подвисания: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.</p> <p>11. Загромождение горна: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.</p> <p>12. Прорыв горна: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.</p> <p>13. Настыли: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.</p> <p>14. Взаимосвязь теплового состояния доменного процесса и качества продуктов плавки.</p>  |
| <p>Уметь</p>                    | <p>– определять возможность возникновения нарушений в технологическом процессе производства чугуна;</p> <p>– принимать технологические решения при возникновении нарушений в технологическом процессе производства чугуна</p> | <p>Примерные практические задания на экзамен:</p> <ol 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> </ol> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <ol 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> </ol> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <ol 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> </ol> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения   | Оценочные средства  |
|---------------------------------|---|---|
|                                 |   |    |
| Владеть                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками устранения нарушений в технологическом процессе производства чугуна;</li> <li>– способами определения возникновения аварий и нарушений доменного процесса;</li> <li>– методиками ликвидации последствий аварий и нарушений доменного процесса;</li> </ul> | <p>Примерные практические задания к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. По представленным диаграммам определить тип расстройтва хода доменной печи. Указать время наступления расстройтва. Определить технологические решения для устранения расстройтва           <div style="text-align: center;">  </div> </li> <li>2. По представленным диаграммам определить тип расстройтва хода доменной печи. Указать время наступления расстройтва. Определить технологические решения для устранения расстройтва           <div style="text-align: center;">  </div> </li> <li>3. По представленной схеме определить тип возможной аварии и методы безопасной ликвидации ее последствий</li> </ol> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства   |
|---------------------------------|---------------------------------|--|
|                                 |                                 | <div data-bbox="1048 231 1200 480" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="994 483 1966 587">4. По представленной схеме определить тип возможного нарушения доменного процесса, методы ликвидации его последствий и меры безопасности при ликвидации последствий аварии</p> <div data-bbox="1048 588 1240 746" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="994 750 2083 817">5. По представленной диаграмме определить тип возможной аварии и методы безопасной ликвидации ее последствий</p> <div data-bbox="1048 820 1267 975" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="994 978 2083 1045">6. По представленной диаграмме определить тип возможной аварии и методы безопасной ликвидации ее последствий</p> <div data-bbox="1048 1048 1240 1185" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="994 1189 2083 1256">7. По представленной диаграмме определить тип возможной аварии и методы безопасной ликвидации ее последствий</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства  |
|---------------------------------|---------------------------------|---|
|                                 |                                 |  <p>Этот график называется «Этюдное диаграмма» (Seasonal diagram). Он представляет собой таблицу с графическим отображением данных. По вертикальной оси (Y-axis) отложено «Уровень влаги, м» (Moisture level, m) с значениями 0, 1, 2, 3. По горизонтальной оси (X-axis) отложено «Время, ч» (Time, h) с значениями 8, 9, 10, 14, 15, 16. В центре таблицы нанесены две сетки: левая сетка предназначена для отнесения температурных данных, а правая — для осадков. Визуально на графике нанесены две кривые: одна, представляющая температурный режим, и другая, представляющая режим осадков.</p> |

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Методы контроля доменного процесса» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Вопросы на экзамен берутся из вопросов по контрольным работам. При сдаче экзамена обучающийся должен продемонстрировать навыки и умения 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 экзамена:**

– 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.