



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

15.02.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ЧУГУНА В  
ДОМЕННЫХ ПЕЧАХ***

Направление подготовки (специальность)  
22.04.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы  
Metallurgical technologies of production of black metals and alloys

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Металлургии и химических технологий
Курс	1
Семестр	2

Магнитогорск  
2022 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 22.04.02 Metallургия (приказ Минобрнауки России от 24.04.2018 г. № 308)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и химических технологий  
17.01.2022, протокол № 4

Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ  
15.02.2022 г. протокол № 6

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:  
профессор кафедры МиХТ, д-р техн. наук  С. К. Сибегатуллин

Рецензент:  
доцент кафедры ЛПиМ, канд. техн. наук  М. Г. Потопов

## Лист актуализации рабочей программы

---

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

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

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

### 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

приобретение обучающимися знаний, умений и владений в соответствии с видом профессиональной деятельности: способен решать производственные и (или) исследовательские задачи на основе фундаментальных знаний в области металлургии

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

Дисциплина Исследование процессов производства чугуна в доменных печах входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Методология и методы научного исследования

Теория процессов производства чугуна

Сквозные металлургические технологии

Теория процессов производства агломерата

Производство кокса

Исследования процессов производства агломерата

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

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Производственная - научно-исследовательская работа

Производственная - преддипломная практика

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Исследование процессов производства чугуна в доменных печах» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1	Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области металлургии
ОПК-1.1	Решает профессиональные задачи в области металлургии и процессов металлообработки, используя фундаментальные знания
ОПК-1.2	Владеет способами и приемами решения исследовательских задач в предметной области металлургии и металлообработки
ОПК-1.3	Применяет фундаментальные междисциплинарные знания для решения задач в профессиональной деятельности
ОПК-5	Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях
ОПК-5.1	Проводит научные исследования для получения базы данных о свойствах металлоизделий широкого назначения с последующей обработкой, анализом и интерпретацией полученных результатов
ОПК-5.2	Оценивает результаты научно-технических разработок по совокупности методологических признаков для выбора оптимальных решений по совершенствованию существующих технологических процессов в металлургической отрасли и смежных областях
ОПК-5.3	Систематизирует и обобщает опыт для обоснования выбора оптимального решения при разработке инновационных технологических процессов в области металлургии и металлообработки

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц 252 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 75,1 акад. часов;
- аудиторная – 75 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 176,9 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. Исследование процессов загрузки шихтовых материалов и сжигания топлива в доменных печах								
1.1 Исследование качества сырьевых материалов (агломерат, окатыши, добавки) и кокса, используемых для производства чугуна в доменных печах	2			4	10	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана -конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
1.2 Исследование режима загрузки материалов в печь традиционным конусным и современным лотковым устройствами.				4	10	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана -конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
1.3 Исследование совершенствования процессов производства чугуна оптимальным распределением слоя шихтовых материалов на колошнике доменной печи.				6	10	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана-конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3

1.4 Исследование процессов с рассмотрением реакций в фурменном очаге доменной печи и физического состояния зоны горения.			6	10	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана-конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
Итого по разделу			20	40			
2. Исследование теплопередачи, движения материалов и газов в доменных печах							
2.1 Исследование непрерывного движения материалов в доменной печи и определяющей роли силового взаимодействия потоков шихты и газа.			6	10	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана-конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
2.2 Исследование процессов производства чугуна на основе закономерностей процессов теплопередачи в доменной печи, в том числе соотношения теплоёмкостей потоков шихты и газа, общих и зональных тепловых балансов.			6	10	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана-конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
2.3 Исследование оптимизации процессов производства чугуна для обеспечения ровного схода шихты с достижением максимальной производительности и минимального удельного расхода кокса. Организация ровного схода шихты при необходимости ограничения производительности печи.	2		5	12	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана-конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
2.4 Исследование оптимизации движения газов через слой шихты при производстве чугуна. Организация движения газа при необходимости ограничения производительности печи.			6	13	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана-конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
Итого по разделу			23	45			

3. Исследование процессов восстановления и плавления в доменных печах								
3.1 Исследование термодинамическими расчётами предельно высокой степени использования монооксида углерода и водорода при восстановлении железа из оксидов, степени прямого и косвенного восстановления элементов чугуна.	2			4/ИИ	10	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана-конспекта по теме. Подготовка к лекционным и практическим занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
3.2 Исследование термодинамическими расчётами степени прямого и косвенного восстановления железа из оксидов, определение степени восстановления железа водородом.				4/ИИ	10	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана-конспекта по теме. Подготовка к лекционным и практическим занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
3.3 Исследование мировых ресурсов информации о процессах производства чугуна. Анализ полного технологического цикла получения чугуна. Изучение видов чугунов; анализ показателей, характеризующих свойства шлака.				4/ИИ	12	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана-конспекта по теме. Подготовка к лекционным и практическим занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
3.4 Исследование поведения серы при производстве чугуна в доменных печах.				4/ИИ	12	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана-конспекта по теме. Подготовка к занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
Итого по разделу				16/ИИ	44			
4. Исследование технологического режима доменной плавки								
4.1 Анализ технологических процессов для выбора путей, мер и средств управления качеством чугуна доменной плавки.	2			4/ИИ	12	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана-конспекта по теме. Подготовка к занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3

4.2 Изучение основных направлений развития производства чугуна. Разработка предложений по совершенствованию производства чугуна в условиях заданного предприятия (на примере “ММК”).			4/1И	12	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана -конспекта по теме. Подготовка к занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
4.3 Изучение систем поддержки принятия решения при производстве чугуна в доменных печах			4/2И	12	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана-конспекта по теме. Подготовка к занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
4.4 Изучение систем автоматического управления технологическими процессами производства чугуна			4/2И	11,9	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана-конспекта по теме. Подготовка к занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
Итого по разделу			16/7И	47,9			
Итого за семестр			75/11И	176,9		зао	
Итого по дисциплине			75/11И	176,9		зачет с оценкой	

## 5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Исследование процессов производства чугуна в доменных печах» 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 занятиях 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 «Исследование процессов производства чугуна в доменных печах», 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.

Занятия проходят как форме информационных сообщений, так и в форме сообщений-консультаций, где теоретический материал заранее выдается обучающимся для самостоятельного изучения, для подготовки вопросов преподавателю. Таким образом, занятие проходит по типу вопросы-ответы-дискуссия. Иногда занятия проходят в виде проблемной ситуации с освещением различных научных подходов к поставленной проблеме.

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, конспектов, аннотаций, разработке тестов 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.

При проведении практических занятий необходимо целенаправленно переходить от репродуктивных методов обучения к частично-поисковым и исследовательским методам, развивая логическое мышление, умение аргументировать и отстаивать собственное понимание вопроса. С этой целью возможно использование как традиционной, так и проблемной и интерактивной образовательных технологий.

На практических занятиях студенты закрепляют знания, приобретают умения и владения.

## **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. Основы металлургического производства : учебник для вузов / В. А. Бигеев, В. М. Колокольцев, В. М. Салганик [и др.]. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-8178-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/173100>

2. Герасимова, А. А. Математические методы в инжиниринге металлургического оборудования и технологий : учебное пособие / А. А. Герасимова. — Москва : МИСИС, 2017. — 82 с. — ISBN 978-5-906846-89-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108082>

### **б) Дополнительная литература:**

1. Сборщиков, Г.С. Современные проблемы металлургии и материаловедения : гидро-динамика и массообмен в многофазных системах металлургии : учебное пособие / Г.С. Сборщиков, С.И. Чибизова. — Москва : МИСИС, 2016. — 141 с. — ISBN 978-5-87623-998-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93667>

2. Сибатуллин С.К., Харченко А.С. Металлургические свойства железорудного сырья: Учебное пособие. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2018. 150 с.

3. Физика пирометаллургических процессов: учебник / В.Е Рощин, А.В.Рощин. М; Вологда: Инфра-Инженерия. 2021. 304 с.

4. Сибатуллин С.К., Харченко А.С. Рациональное использование металлургического кокса в доменной плавке: Учебное пособие. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2018. 163 с.

5. Основы металлургического производства (учебник/под общей редакцией В.М. Колокольцева). СПб: Издательство «Лань» 2017, 616 с.: ил. – Учебники для вузов. Специальная литература.

6. Сибатуллин С.К. Формирование слоя шихты в колошниковом пространстве доменной печи: Учебное пособие с грифом УМО в области металлургии. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. 188 с.

7. Панишев Н.В., Сибатуллин С.К. Практикум по дисциплине «Новые процессы в металлургии». Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. 107 с.

8. Сибатуллин С.К., Харченко А.С. Качество шихтовых материалов доменной плавки, включающих титаномагнетиты и сидериты: Учебное пособие. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. 150 с.

9. Стефанович М.А., Сибатуллин С.К., Гушин Д.Н. Закономерности движения шихты и газа в доменной печи. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. 161 с.

10. Сибатуллин С.К., Харченко А.С. Использование коксового орешка на доменных печах. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. 163 с.

11. Сибатуллин С.К., Харченко А.С., Макарова И.В. Теория, технология и автоматизация доменного процесса. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2019. 142 с.

**в) Методические указания:**

1. Сибатуллин С.К., Ваганов А.И., Харченко А.С. Влияние уровня засыпи и газового потока на углы откоса материалов в модели колошника доменной печи. Магнитогорск:

Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. 17 с.

2. Сибатуллин С.К., Ваганов А.И., Харченко А.С. Изучение влияния вида шихтовых материалов доменной плавки и их распределения по сечению колошника на газопроницаемость. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. 16 с.

3. Сибатуллин С.К., Ваганов А.И., Харченко А.С. Изучение влияния крупности и формы материалов на их газопроницаемость. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. 11 с.

4. Сибатуллин С.К., Ваганов А.И., Прохоров И.Е., Майорова Т.В. Расчёт технических показателей доменной плавки. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. 72 с.

5. Сибатуллин С.К., Макарова И.В., Насыров Т.М. Определение технических показателей доменной плавки при проектировании нового металлургического предприятия. Магнитогорск: Издательский центр ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2014. 50 с.

6. Сибатуллин С.К., Харченко А.С. Анализ причин изменения удельного расхода кокса и производительности доменной печи по производственным данным. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. 18 с.

7. Сибатуллин С.К. Определение удельного расхода кокса и производительности доменной печи при изменении условий работы. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова». 2009. 14 с.

8. Сибатуллин С.К., Харченко А.С. Анализ факторов, влияющих на равномерность состава шихты на колошнике доменной печи. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. 17 с.

9. Сибатуллин С.К., Харченко А.С. Анализ дренажной способности горна доменной печи. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. 12 с.

10. Сибатуллин С.К., Ваганов А.И., Коноплёв А.Д. Распределение материалов по окружности в колошниковом пространстве доменной печи. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. 12 с.

11. Сибатуллин С.К., Ваганов А.И. Распределение материалов на колошнике доменной печи при загрузке с использованием подвижных плит. Магнитогорск: Издательский центр ФГБОУ ВПО «МГТУ». 2008. 10 с.

12. Кропотов В.К., Макарова И.В., Коноплёв А.Д. Движение материалов и газов в фурменных очагах доменной печи. Магнитогорск: Издательский центр ФГБОУ ВПО «МГТУ». 2008. 6 с.

13. Кропотов В.К., Ваганов А.И., Макарова И.В. Давление шихты на жидкие продукты плавки. Магнитогорск: Издательский центр ФГБОУ ВПО «МГТУ». 2009. 6 с.

14. Дружков В.Г., Макарова И.В. Определение вертикального давления сыпучих материалов в присутствии газового потока. Изучение условий подвисяния шихты в доменных печах. Магнитогорск: Издательский центр ФГБОУ ВПО «МГТУ». 2008. 12 с.

15. Коноплев А.Д., Макарова И.В. Изучение схода сыпучего материала через отверстие. Издательский центр ФГБОУ ВПО «МГТУ». 2013. 6 с.

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

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно	бессрочно
FAR Manager	свободно	бессрочно
Браузер Yandex	свободно	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: <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>
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://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru">https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru</a>

Федеральный образовательный портал – Экономика. Социология. Менеджмент	<a href="http://ecsocman.hse.ru/">http://ecsocman.hse.ru/</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols	<a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a>
Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials	<a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a>
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний Springer Reference	<a href="http://www.springer.com/references">http://www.springer.com/references</a>
Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH	<a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»	<a href="https://www.nature.com/siteindex">https://www.nature.com/siteindex</a>
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный концорциум» (НИ НЭИКОН)	<a href="https://archive.neicon.ru/xmlui/">https://archive.neicon.ru/xmlui/</a>
Информационная система - Нормативные правовые акты, организационно-распорядительные документы, нормативные и методические документы и подготовленные проекты документов по технической защите информации ФСТЭК России	<a href="https://fstec.ru/normotvorcheskaya/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii">https://fstec.ru/normotvorcheskaya/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii</a>

Информационная система - Банк данных угроз безопасности информации ФСТЭК России	<a href="https://bdu.fstec.ru/">https://bdu.fstec.ru/</a>
---	---

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. 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 средства хранения, передачи и представления учебной информации;
  - специализированной мебелью.
2. 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.
3. 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.
4. 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.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

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

По дисциплине предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся, которая предполагает выполнение практических работ.

**Цикл практических работ №1.** Составление аннотаций по составляющим темы «Исследование процессов загрузки шихтовых материалов и сжигания топлива в доменных печах». Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по составляющим темы:

- исследование качества сырьевых материалов (агломерат, окатыши, добавки) и кокса, используемых для производства чугуна в доменных печах;
- исследование режима загрузки материалов в печь традиционным конусным и современным лотковым устройствами;
- исследование совершенствования процессов производства чугуна оптимальным распределением слоя шихтовых материалов на колошнике доменной печи;
- исследование процессов с рассмотрением реакций в фурменном очаге доменной печи и физического состояния зоны горения.

**Цикл практических работ №2.** Составление аннотаций по составляющим темы «Исследование теплопередачи, движения материалов и газов в доменных печах». Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по составляющим темы:

- исследование непрерывного движения материалов в доменной печи и определяющей роли силового взаимодействия потоков шихты и газа;
- исследование процессов производства чугуна на основе закономерностей процессов теплопередачи в доменной печи, в том числе соотношения теплоёмкостей потоков шихты и газа, общих и зональных тепловых балансов;
- исследование оптимизации процессов производства чугуна для обеспечения ровного схода шихты с достижением максимальной производительности и минимального удельного расхода кокса; организация ровного схода шихты при необходимости ограничения производительности печи;
- исследование оптимизации движения газов через слой шихты при производстве чугуна; организация движения газа при необходимости ограничения производительности печи.

**Цикл практических работ №3.** Составление аннотаций по составляющим темы «Исследование процессов восстановления и плавления в доменных печах». Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по составляющим темы:

- исследование термодинамическими расчётами предельно высокой степени использования монооксида углерода и водорода при восстановлении железа из оксидов, степени прямого и косвенного восстановления элементов чугуна;
- исследование термодинамическими расчётами степени прямого и косвенного восстановления железа из оксидов, определение степени восстановления железа водородом;
- исследование мировых ресурсов информации о процессах производства чугуна; анализ полного технологического цикла получения чугуна; изучение видов чугунов; анализ показателей, характеризующих свойства шлака;
- исследование поведения серы при производстве чугуна в доменных печах.

**Цикл практических работ №4.** Составление аннотаций по составляющим темы «Исследование технологического режима доменной плавки». Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по составляющим темы:

- анализ технологических процессов для выбора путей, мер и средств управления качеством чугуна доменной плавки;
- изучение основных направлений развития производства чугуна; разработка предложений по совершенствованию производства чугуна в условиях заданного предприятия (на примере «ММК»);

- изучение систем поддержки принятия решения при производстве чугуна в доменных печах;
- изучение систем автоматического управления технологическими процессами производства чугуна.

***Перечень вопросов для подготовки к устному опросу***

1. Исследование роли марганцевой руды при производстве чугуна в доменных печах.
2. Исследование роли оксида  $\text{SiO}_2$  по влиянию на свойства шлака.
3. Исследование роли оксида  $\text{MgO}$  по влиянию на свойства шлака.
4. Исследование роли химического элемента (соединения), уменьшение участия которого в процессах восстановления обеспечивает в современных условиях снижение удельного расхода кокса.
5. Исследование действия природного газа на общее количество газов, проходящих через шихту в единицу времени.
6. Исследование влияния содержания кислорода в дутье на количество газов, приходящихся на одну тонну чугуна.
7. Исследование влияния расхода природного газа на удельный расход кокса.
8. Исследование влияния повышения содержания железа в шихте на удельный расход кокса в условиях доменной печи.
9. Исследование механизма восстановления железа из оксидов в доменной печи.
10. Исследование влияния температуры дутья на скорость восстановления железа из оксидов в условиях доменной печи.
11. Исследование влияния содержания кислорода в дутье на скорость восстановления железа из оксидов в условиях доменной печи.
12. Исследование влияния расхода природного газа на скорость восстановления железа из оксидов в условиях доменной печи.
13. Исследование роли химического элемента (соединения), восстановление которым требует наибольшего количества тепла.
14. Исследование роли химического элемента (соединения), обеспечивающего основное восстановление в горне и заплечиках.
15. Исследование последовательности процесса восстановления по ходу движения шихты.
16. Исследование степень восстановления железа в доменной печи.

***Перечень вопросов и заданий для подготовки к зачёту:***

1. Исследование формирования чугуна и первичных, промежуточных и конечных шлаков по высоте доменной печи по результатам анализа и обработки информационных потоков и использования информационных моделей.
2. Исследование полного технологического цикла получения чугуна по результатам изучения мировых ресурсов информации о процессах производства чугуна.
3. Исследование видов чугунов и особенностей их производства по результатам изучения мировых ресурсов информации о процессах производства чугуна.
4. Исследование показателей, характеризующих свойства шлака, и влияние их на работу доменной печи по результатам изучения мировых ресурсов информации о процессах производства чугуна.
5. Анализ технологических процессов для выбора путей, мер и средств управления качеством чугуна, в том числе для снижения содержания серы в нём.
6. Исследование роли основных направлений развития производства чугуна.
7. Инновационные мероприятия по совершенствованию производства чугуна в условиях определяющей роли силового взаимодействия потоков шихты и газа в верхней и нижней зонах доменной печи.
8. Изучение типовых систем автоматического управления технологическими процессами производства чугуна. Системы поддержки принятия решения.
9. Изучение технологической оснастки производства чугуна и переработки шлака.

10. Исследования по загрузке доменной печи роторным устройством.
11. Исследование оптимальности распределения слоя шихтовых материалов по окружности и сечению колошника доменной печи.
12. Исследование реакций горения в фурменном очаге доменной печи.
13. Исследование физического состояния зоны горения физическим и математическим моделированием.
14. Исследование роли ровного схода шихты с достижением максимальной производительности и минимального удельного расхода кокса по результатам решения многокритериальные задачи оптимизации процессов производства чугуна.
15. Исследование организации процесса производства чугуна при необходимости ограничения производительности печи.
16. Изучение зависимостей для термодинамического расчёта предельной степени использования монооксида углерода и водорода при восстановлении железа из оксидов.
17. Изучение зависимостей для термодинамического расчёта степени прямого и косвенного восстановления элементов чугуна.
18. Исследование формирования чугуна и первичных, промежуточных и конечных шлаков по высоте доменной печи.
19. Исследование полного технологического цикла получения чугуна по мировым ресурсам информации о процессах производства чугуна.
20. Исследование видов чугунов и особенности их производства по мировым ресурсам информации о процессах производства чугуна.
21. Показатели, характеризующие свойства шлака, и влияние их на работу доменной печи по результатам изучения мировых ресурсов информации о процессах производства чугуна.
22. Анализ технологических процессов для выбора путей, мер и средств управления качеством чугуна, в том числе для снижения содержания серы в нём.
23. Изучение основных направлений развития производства чугуна.
24. Инновационные мероприятия по совершенствованию производства чугуна в условиях определяющей роли силового взаимодействия потоков шихты и газа в верхней и нижней зонах доменной печи.
25. Изучение типовых систем автоматического управления технологическими процессами производства чугуна. Системы поддержки принятия решения.
26. Изучение технологической оснастки производства чугуна и переработки шлака.
27. Исследование управления технологическим процессом производства чугуна в доменных печах.

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
<b>ОПК-1: способен решать производственные и (или) исследовательские задачи на основе фундаментальных знаний в области металлургии</b>		
ОПК-1.1: Решает профессиональные задачи в области металлургии и процессов металлообработки, используя фундаментальные знания	<p><b>Перечень теоретических вопросов к зачёту:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исследование термодинамических, тепловых и химических процессов в доменной плавке на основе информации, характеризующей текущую производственную ситуацию по показателям технологических процессов аглодоменного производства.</li> <li>2. Исследование термодинамических, тепловых и химических процессов в доменной плавке на основе параметров, характеризующих планируемые производственные задания.</li> <li>3. Исследование термодинамических, тепловых и химических процессов в доменной плавке на основе показателей, используемых для контроля сырья, материалов, исправности оборудования и текущих отклонений от заданных параметров.</li> <li>4. Исследование формирования чугуна, первичных, промежуточных и конечных шлаков по высоте доменной печи.</li> <li>5. Исследование полного технологического цикла получения чугуна.</li> <li>6. Исследование видов чугунов и особенности их производства.</li> <li>7. Исследование показателей, характеризующих свойства шлака, и влияние их на работу доменной печи.</li> <li>8. Анализ технологических процессов для выбора путей, мер и средств управления качеством чугуна, в том числе для снижения содержания серы в нём.</li> <li>9. Изучение основных направлений развития производства чугуна.</li> <li>10. Инновационные мероприятия по совершенствованию производства чугуна в условиях определяющей роли силового взаимодействия потоков шихты и газа в верхней и нижней зонах доменной печи.</li> <li>11. Решение оптимизационных задач при загрузке лотковым устройством.</li> <li>12. Исследование оптимальности распределения слоя шихтовых материалов по окружности и</li> </ol>	

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>сечению колошника доменной печи применительно к современным технологиям производства чугуна.</p> <p>13. Исследование реакций в фурменном очаге доменной печи.</p> <p>14. Исследование физического состояния зоны горения физическим и математическим моделированием.</p> <p>15. Исследование ровности схода шихты с достижением максимальной производительности и минимального удельного расхода кокса <b>по результатам решения</b> многокритериальные задачи оптимизации процессов производства чугуна.</p>
ОПК-1.2: Владеет способами и приемами решения исследовательских задач в предметной области металлургии и металлообработки		<p><b>Примерные практические задания:</b></p> <p>Провести обзор литературы по заданной тематике.</p> <p>Составить аннотации по выявленным источникам</p> <p>Выявить ключевые слова в выявленных источниках</p> <p>Разработать тестовые задания для углублённого изучения наиболее существенной информации.</p>
ОПК-1.3: Применяет фундаментальные междисциплинарные знания для решения задач в профессиональной деятельности		<p><b>Задание на решение задачи:</b></p> <p>По представленной в образовательной портале методике выполнить расчёт снижения удельного расхода кокса повышением содержания железа в шихте.</p>
<p><b>ОПК-5: способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях</b></p>		
ОПК-5.1: Проводит научные исследования для получения базы данных о свойствах металлоизделий широкого назначения с последующей обработкой, анализом и интерпретацией полученных результатов		<p><b>Перечень теоретических вопросов к зачёту:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исследования по организацию процесса производства чугуна при необходимости ограничения производительности печи.</li> <li>2. Исследования по термодинамическим расчётам предельной степени использования монооксида углерода и водорода при восстановлении железа из оксидов.</li> <li>3. Исследования по термодинамическим расчётам степени прямого и косвенного восстановления элементов чугуна.</li> <li>4. Исследования по формированию чугуна, первичных, промежуточных и конечных шлаков по высоте доменной печи с вовлечением результатов анализа и обработки информационных</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>потоков и использования информационных моделей.</p> <p>5. Исследования полного технологического цикла получения чугуна с вовлечением результатов изучения мировых ресурсов информации о процессах производства чугуна.</p> <p>6. Исследования видов чугунов и особенностей их производства с вовлечением результатов изучения мировых ресурсов информации о процессах производства чугуна.</p> <p>7. Исследования свойств шлака и влияние их на работу доменной печи по результатам изучения мировых ресурсов информации о процессах производства чугуна.</p> <p>8. Анализ технологических процессов для выбора путей, мер и средств управления качеством чугуна, в том числе для снижения содержание серы в нём.</p> <p>9. Исследование основные направления развития производства чугуна.</p> <p>10. Инновационные мероприятия по совершенствованию производства чугуна в условиях определяющей роли силового взаимодействия потоков шихты и газа в верхней и нижней зонах доменной печи.</p> <p>11. Развитие систем автоматического управления технологическими процессами производства чугуна. Развитие систем поддержки принятия решения.</p> <p>12. Развитие технологической оснастки производства чугуна и переработки шлака.</p> <p>13. Развитие управления технологическим процессом производства чугуна в доменных печах.</p>
ОПК-5.2: Оценивает результаты научно-технических разработок по совокупности методологических признаков для выбора оптимальных решений по совершенствованию существующих технологических процессов в металлургической отрасли и смежных областях		<p><b>Примерные практические задания:</b></p> <p>Провести обзор литературы по стадиям, фазам и этапам в полном технологическом цикле аглодоменного производства.</p> <p>Составить аннотации по выявленным источникам.</p> <p>Выявить ключевые слова в выявленных источниках.</p> <p>Разработать тестовые задания для углублённого изучения наиболее существенной информации.</p>
ОПК-5.3: Систематизирует и обобщает опыт для обоснования выбора оптимального решения при разработке инновационных технологических процессов в области		<p><b>Задание на решение задачи:</b></p> <p>По представленной в образовательной портале методике выполнить расчёт снижения удельного расхода кокса снижением содержания мелочи в сырье.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
металлургии и металлообработки		

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Исследование процессов производства чугуна в доменных печах» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень знаний обучающихся, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений; проводится в форме зачёта.

Вопросы на зачёт берутся из теоретических вопросов к зачёту, задачи берутся из перечня, выполненных на практических занятиях. При получении зачёта обучающийся должен продемонстрировать знания в исследовании процессов производства чугуна в доменных печах, навыки и владения в соответствии с нормативными компетенциями. Обучающийся должен показать умение совершенствовать производство чугуна.

Зачёт по данной дисциплине проводится в устной форме. Он включает два теоретических вопроса и (или) одно практическое задание в виде задачи.

### **Показатели и критерии оценивания зачёта:**

– 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.