



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

20.02.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ТЕОРИЯ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ЧУГУНА***

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  
заочная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материаловедения
Кафедра	Металлургии и химических технологий
Курс	1

Магнитогорск  
2024 год

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

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallurgy and chemical technologies

09.01.2024, протокол № 4

Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

20.02.2024 г. протокол № 4

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры МиХТ, д-р техн. наук  С. К. Сибигатуллин

Рецензент:

доцент кафедры ЛПиМ, канд. техн. наук  М. Г. Потапов

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 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 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

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

---

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

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

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

приобретение обучающимися знаний, умений и владений в соответствии с видом профессиональной деятельности: формирование готовности использовать фундаментальные общеинженерные знания в профессиональной деятельности, приобретение способности применять инновационные методы решения инженерных задач, развитие способности анализировать основные закономерности фазовых равновесий и кинетики превращений в многокомпонентных системах для научно-исследовательской деятельности в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 22.04.02 Metallургия.

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

Дисциплина Теория процессов производства чугуна входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Для изучения дисциплины важны знания, умения, владения, сформированные в результате освоения образовательной программы бакалавриата по направлению «Металлургия», профиль подготовки – Metallургия черных металлов. В ней существенна роль дисциплины «Теория, технология и автоматизация доменного процесса». Успешное усвоение материала во втором семестре предполагает знание студентами основных положений следующих дисциплин:

- методология научных исследований;
- новые процессы в металлургии/переработка отходов металлургии и машиностроения;
- информационные технологии в металлургии/инновационные методы в решении инженерных задач;
- теория процессов выплавки и ковшевой обработки стали.

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

- Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
- Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
- Производственная - научно-исследовательская работа
- Производственная - преддипломная практика

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теория процессов производства чугуна» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен организовывать согласованную работу по выполнению задач по оценке сырья и металлургической продукции, корректировать и контролировать производственный процесс
ПК-1.1	Организует работу по оцениванию сырья и металлургической продукции, корректирует и контролирует производственный процесс с обоснованием принятых технологических и технических мер
ПК-2	Организует согласованную работу по выполнению технологических операций по получению металлургической продукции, ее дальнейшей обработке
ПК-2.1	Организует работу по выполнению технологических операций по получению металлургической продукции, ее дальнейшей обработке

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

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

- контактная работа – 11,6 акад. часов;
- аудиторная – 8 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,6 акад. часов;
- самостоятельная работа – 159,7 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. час

Форма аттестации - курсовая работа, экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Курс	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. Многокритериальные задачи оптимизации в теории процессов производства								
1.1 Требования к сырьевым материалам (агломерату, окатышам, добавкам) и к коксу. Прогноз работоспособности доменной печи в различных условиях. Промывка и формирование гарнисажа	1	0,5			8,75	Самостоятельное изучение учебной литературы. Изучение теоретического материала	Устный опрос	ПК-1.1, ПК-2.1
1.2 Решение оптимизационных задач при организации хода процессов производства чугуна. Оптимальный режим загрузки материалов в печь традиционным конусным, современным лотковыми и новым роторным устройствами.					6,4	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашнего задания № 1	Устный опрос Демонстрирование на физической модели Проверка выполнения домашнего задания № 1	ПК-1.1, ПК-2.1
1.3 Современные информационные технологии для совершенствования процессов производства чугуна оптимальным распределением слоя шихтовых материалов на колошнике доменной печи					10	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашнего задания №1	Решение задач Демонстрирование на математической модели. Проверка выполнения домашнего задания № 1	ПК-1.1, ПК-2.1

1.4 Применение методов численного моделирования процессов с рассмотрением реакций в фурменном очаге доменной печи и физического состояния зоны горения.			0,5	10	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашнего задания №1	Решение задач Демонстрирование на физической модели Проверка выполнения домашнего задания № 1	ПК-1.1, ПК-2.1
1.5 Расчёты неравновесных состояний доменного процесса в условиях непрерывного движения материалов в доменной печи и определяющей роли силового взаимодействия потоков шихты и газа.			0,5	10	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашнего задания №1	Решение задач Защита результатов выполнения домашнего задания № 1	ПК-1.1, ПК-2.1
1.6 Создание и анализ математических моделей процессов производства чугуна на основе закономерностей процессов в доменной печи, в том числе соотношения теплоёмкостей потоков шихты и газа, общих и зональных тепловых балансов.				8	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к защите результатов выполнения домашнего задания №1	Решение задач  Защита результатов выполнения домашнего задания № 1	ПК-1.1, ПК-2.1
1.7 Многокритериальные задачи оптимизации процессов производства чугуна для обеспечения ровного схода шихты с достижением максимальной производительности и минимального удельного расхода кокса. Организация процесса при необходимости ограничения производительности			0,5	6	Изучение теоретического материала. Подготовка к защите результатов выполнения домашнего задания №1.	Устный опрос Защита результатов выполнения домашнего задания №1.	ПК-1.1, ПК-2.1
1.8 Многокритериальные задачи оптимизации движения газов в теории процессов производства чугуна для обеспечения ровного схода шихты. Организация процесса при необходимости ограничения производительности			0,5	13	Подготовка к защите результатов выполнения домашнего задания №1	Защита результатов выполнения домашнего задания № 1	ПК-1.1, ПК-2.1
Итого по разделу	0,5		2	72,15			
2. Использование теории процессов производства чугуна для управления технологическим процессом в доменных печах.							

2.1 Методы термодинамических расчётов предельной степени использования монооксида углерода и водорода при восстановлении железа из оксидов, степени прямого и косвенного восстановления элементов чугуна.			0,5	9	Подготовка к решению задач Изучение теоретического материала	Решение задач. Устный опрос.	ПК-1.1, ПК-2.1
2.2 Методология анализа и обработки информационных потоков и информационных моделей на примере формирования чугуна и первичных, промежуточных и конечных шлаков по			0,5	11,3	Подготовка к решению задач Изучение теоретического материала	Решение задач, Устный опрос.	ПК-1.1, ПК-2.1
2.3 Мировые ресурсы информации о процессах производства чугуна. Анализ полного технологического цикла получения чугуна. Виды чугунов; показатели, характеризующие	1	0,5		12,1	Выполнение домашнего задания №2. Изучение теоретического материала	Проверка выполнения домашнего задания №2. Устный опрос	ПК-1.1, ПК-2.1
2.4 Методология анализа и обработки информационных потоков и информационных моделей при оценке поведения серы в процессах производства			0,5	15	Выполнение домашнего задания №2. Изучение теоретического материала.	Проверка выполнения домашнего задания №2. Устный опрос	ПК-1.1, ПК-2.1
2.5 Анализ технологических процессов для выбора путей, мер и средств управления качеством чугуна.			0,5	15	Выполнение домашнего задания №2	Проверка выполнения домашнего задания №2.	ПК-1.1, ПК-2.1
2.6 Основные направления развития производства чугуна. Разработка предложений по совершенствованию производства чугуна в условиях заданного предприятия (на примере "ММК"). Применение инновационных методов решения задач по производству чугуна.			0,5	15	Подготовка к защите результатов выполнения домашнего задания №2 Изучение теоретического материала.	Защита результатов выполнения домашнего задания №2. Устный опрос	ПК-1.1, ПК-2.1

2.7 Типовые системы автоматического управления технологическими процессами производства чугуна. Системы поддержки принятия решения. Разработка предложений для технических регламентов и стандартов по обеспечению безопасности производственного процесса в доменных	0,5			10,15	Изучение теоретического материала. Подготовка к защите результатов выполнения домашнего задания №2	Устный опрос Защита результатов выполнения домашнего задания № 2	ПК-1.1, ПК-2.1
2.8 Разработка технологической оснастки производства чугуна и переработки шлака. Управление технологическим процессом производства чугуна в доменных печах.	0,5		1,5		Подготовка к защите результатов выполнения домашнего задания №2 Изучение теоретического материала.	Защита результатов выполнения домашнего задания №2 Устный опрос	ПК-1.1, ПК-2.1
Итого по разделу	1,5		4	87,55			
Итого за семестр	2		6	159,7		кр,экзамен	
Итого по дисциплине	2		6	159,7		курсовая работа, экзамен	

## **5 Образовательные технологии**

В процессе реализации дисциплины «Теория процессов производства чугуна» используются следующие образовательные технологии:

- традиционные образовательные технологии (информационная лекция, семинар);
- технологии проблемного обучения (проблемная лекция);
- интерактивные технологии (лекция-беседа, семинар-дискуссия);
- информационно-коммуникативные образовательные технологии (лекция-визуализация, семинар-презентация).

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

Следует использовать комплекс инновационных методов активного обучения, включающий в себя:

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

Реализация инновационных методов обучения возможна с использованием следующих приемов:

- раскрытие преподавателем причин и характера неудач, встречающихся при решении проблем;
- демонстрация разных подходов к решению конкретной проблемы;
- анализ полученных результатов и отыскание границ их применимости и др.

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. Ивлев, С.А. Металлургические технологии. Металлургия чёрных металлов : учебное пособие / С.А. Ивлев, М.П. Ключев. — 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>.

2. Бабарыкин Н.Н. Теория и технология доменного процесса: Учебное пособие. Магнитогорск: Изд. центр МГТУ. 2009 – 154 с.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Морачевский, А.Г. Термодинамические расчеты в химии и металлургии : учебное пособие / А.Г. Морачевский, И.Б. Сладков, Е.Г. Фирсова. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-3023-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104851>.

2. 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>.

3. 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.

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.

#### **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. Коноплёв 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 распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	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.as">https://elibrary.ru/project_risc.as</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://host.megaprolib.net/MP0109/Web">https://host.megaprolib.net/MP0109/Web</a>
Федеральный образовательный портал – Экономика. Социология. Менеджмент	<a href="http://ecsocman.hse.ru/">http://ecsocman.hse.ru/</a>
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный концорциум» (НП НЭИКОН)	<a href="https://arch.neicon.ru/xmlui/">https://arch.neicon.ru/xmlui/</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 практических занятий оснащена:
  - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
  - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
4. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
  - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
  - инструментами для ремонта учебного оборудования;
  - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

По дисциплине «Теория процессов производства чугуна» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает устный опрос, решение задач, демонстрирование процессов и явлений на физических моделях, а также защиту результатов выполнения домашних заданий.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде изучения литературы по соответствующему разделу с подготовкой к устному опросу, защите результатов выполнения домашних заданий.

Домашние задания выполняются обучающимся самостоятельно в соответствии с исходными данными, выданными преподавателем. Домашние задания обучающийся должен выполнить применительно к определённой доменной печи по производственной информации (из образовательного портала) с привлечением лекционного и литературного материала.

Домашние задания должны быть оформлены в соответствии с СМК-О-СМГТУ-42-09: структура, содержание, общие правила выполнения и оформления».

#### ***Пример домашнего задания:***

Разработка технологического режима, обеспечивающего повышение производительности доменной печи №6. по производственной информации в базовых условиях

#### ***Вопросы к экзамену:***

1. Требования к содержанию химических элементов и соединений в агломерате, окатышах, руде, известняке, коксе для достижения наилучших результатов работы доменной печи.
2. Требования к физико-механическим свойствам шихтовых материалов для достижения наилучших результатов работы доменной печи.
3. Требования к физико-химическим свойствам шихтовых материалов для достижения наилучших результатов работы доменной печи.
4. Прогноз работоспособности доменной печи в различных условиях
5. Промывка доменной печи и формирование гарнисажа.
6. Решение оптимизационных задач при выборе матрицы загрузки лотковым БЗУ.
7. Решение оптимизационных задач при выборе системы загрузки, уровня засыпи, размера подачи, конусным устройством.
8. Решение оптимизационных задач при загрузке роторным устройством.
9. Оптимальное распределение слоя шихтовых материалов по окружности и сечению колошника доменной печи по современным технологиям.
10. Реакции в фурменном очаге доменной печи по экспериментальным исследованиям.
11. Физическое состояния зоны горения по результатам физического и численного моделирования.
12. Обеспечение ровного схода шихты с достижением максимальной производительности и минимального удельного расхода кокса по результатам решения многокритериальные задачи оптимизации процессов производства чугуна.
13. Организация процесса производства чугуна при необходимости ограничения производительности печи.
14. Зависимости для термодинамического расчёта предельной степени использования монооксида углерода и водорода при восстановлении железа из оксидов.

15. Зависимости для термодинамического расчёта степени прямого и косвенного восстановления элементов чугуна.

**Вопросы устного опроса:**

1. Формирование чугуна и первичных, промежуточных и конечных шлаков по высоте доменной печи по результатам анализа и обработки информационных потоков и использования информационных моделей.

2. Полный технологический цикл получения чугуна по результатам изучения мировых ресурсов информации о процессах производства чугуна.

3. Виды чугунов и особенности их производства по результатам изучения мировых ресурсов информации о процессах производства чугуна.

4. Показатели, характеризующие 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. Основные направления 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. Типовые системы автоматического управления технологическими процессами производства чугуна. Системы поддержки принятия решения.

9. Технологические оснастки производства чугуна и переработки шлака.

10. Управление технологическим процессом производства чугуна в доменных печах.

**Курсовая работа** выполняется обучающимся самостоятельно под руководством преподавателя. При выполнении курсовой работы обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В начале изучения дисциплины преподаватель предлагает обучающимся на выбор перечень тем курсовой работы. Тематика курсовой работы по дисциплине «Теория процессов производства чугуна» представляет собой выполнение расчета шихты, материально и теплового балансов агломерационного и доменного производства. Причем, для эталона обучающемуся предлагаются показатели работы доменной печи ПАО «ММК» в период работы с наилучшими ТЭП. Каждый обучающийся имеет в качестве эталона различные доменные печи ПАО «ММК» и различные показатели их работы, у обучающихся данные по работе печей не совпадают.

После выбора темы преподаватель формулирует задание по курсовой работе и рекомендует перечень литературы для его выполнения.

В процессе написания курсовой работы обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения, сделать расчет материального и теплового баланса агломерационной или доменной печи. Предоставить курсовую работу в распечатанном виде в формате А4 с соблюдением всех СМК по написанию курсовых работ.

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>ПК-1: Способен организовывать согласованную работу по выполнению задач по оценке сырья и металлургической продукции, корректировать и контролировать производственный процесс</b>		
ПК-1.1: Организует работу по оцениванию сырья и металлургической продукции, корректирует и контролирует производственный процесс с обоснованием принятых технологических и технических мер	<p><b>Примерные практические задания:</b>                      Провести обзор литературы по заданной тематике.</p> <p>Составить аннотации по выявленным источникам                      Выявить ключевые слова в выявленных источниках</p> <p>Разработать тестовые задания для углублённого изучения наиболее существенной информации.</p> <p><b>Задание на решение задачи:</b>                      По представленной в образовательной портале методике выполнить расчёт снижения удельного расхода кокса повышением содержания железа в шихте.</p>	
<b>ПК-2: Способен формировать программы и планы исследовательских и опытно-конструкторских работ по совершенствованию технологии доменного производства</b>		
ПК-2.1: Организует работу по выполнению технологических операций по получению металлургической продукции, ее дальнейшей обработке	<p><b>Примерные практические задания:</b>                      Провести обзор литературы по стадиям, фазам и этапам в полном технологическом цикле аглодоменном производстве.</p> <p>Составить аннотации по выявленным источникам                      Выявить ключевые слова в выявленных источниках</p> <p>Разработать тестовые задания для углублённого изучения наиболее существенной информации.</p>	

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

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

Вопросы на экзамен берутся из теоретических вопросов к экзамену, задачи берутся из перечня, выполненных на практических занятиях. При сдаче экзамена обучающийся должен продемонстрировать знания в теории процессов производства чугуна, навыки и владения в соответствии с нормативными компетенциями. Обучающийся должен показать умение совершенствовать производство агломерата и чугуна.

Экзамены по данной дисциплине проводятся в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает два теоретических вопроса и одно практическое задание в виде задачи.

### **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, владеет ими в ситуациях повышенной сложности;

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения, владения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений, владений 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, владений, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями, умениями, владениями 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.