



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММиМ  
А.С. Савинов  
09.02.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ТЕОРИЯ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА АГЛОМЕРАТА***

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 материалообработки
Кафедра	Металлургии и химических технологий
Курс	1

Магнитогорск  
2023 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)

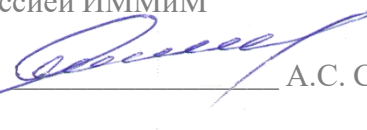
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и химических технологий

08.02.2023, протокол № 5

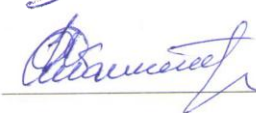
Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

09.02.2023 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

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

Рецензент:

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

## Лист актуализации рабочей программы

---

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

---

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

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

приобретение обучающимися знаний, умений и владений в соответствии с видом профессиональной деятельности: способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области металлургии и смежных областях

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

Дисциплина Теория процессов производства агломерата 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». В ней существенна роль дисциплины «Теория, технология и автоматизация доменного процесса».

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

Методология и методы научного исследования

Прикладная термодинамика и кинетика металлургических процессов

Производство кокса

Теория процессов производства чугуна

Теория процессов ковшевой обработки стали

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теория процессов производства агломерата» 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 продукцию, 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 – 12,9 акад. часов;
- аудиторная – 10 акад. часов;
- внеаудиторная – 2,9 акад. часов;
- самостоятельная работа – 158,4 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. час

Форма аттестации - 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 состава агломерационной шихты								
1.1 Требования к шихтовым материалам: концентрату, аглоруде, твёрдому топливу (коксику), флюсу, добавкам. Прогноз работоспособности агломерационного производства в различных условиях. Размораживание, сушка и увлажнение компонентов шихты.	1	0,4		1,3	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	ПК-1.1, ПК-2.1
1.2 Решение оптимизационных задач при организации хода процессов производства агломерата. Оптимальный режим усреднения материалов традиционным размещением на рудном дворе и современным штабелированием с применением усреднительных комплексов. Значимые научно-технические разработки и научные исследования по		0,4		0,3	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	ПК-1.1, ПК-2.1

1.3 Современные информационные технологии для совершенствования процессов производства агломерата оптимальным дозированием шихтовых материалов. Основные достижения в области металлургии и смежных областях		0,4		0,3		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	ПК-1.1, ПК-2.1
1.4 Применение методов физического и численного моделирования процессов с рассмотрением оптимальной крупности твёрдого топлива (коксика) и влажности шихты.		0,4		0,2	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	ПК-1.1, ПК-2.1
Итого по разделу		1,6		2,1	33			
2. Многокритериальные задачи окомкования шихты для последующей её агломерации								
2.1 Неравновесные состояния компонентов агломерационной шихты при их смешивании и окомковании в условиях непрерывного движения материалов в смесителе и окомкователе.		0,4		0,2	15	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	ПК-1.1, ПК-2.1
2.2 Создание и анализ математических моделей процесса окомкования шихты на основе закономерностей действия молекулярных и капиллярных сил в увлажнённом материале. Значимые научно-технические разработки и научные исследования по окомкованию	1	0,4		1,2	8	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	ПК-1.1, ПК-2.1
2.3 Многокритериальные задачи оптимизации режима возврата и постели для обеспечения эффективного хода спекания с достижением максимальной производительности и высокого качества агломерата.		0,4		0,2	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	ПК-1.1, ПК-2.1

2.4 Многокритериальные задачи оптимизации процесса зажигания твёрдого топлива в теории процессов производства агломерата для обеспечения эффективного хода спекания с достижением максимальной производительности и высокого качества агломерата.			0,4		0,1	17	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	ПК-1.1, ПК-2.1
Итого по разделу			1,6		1,7	50			
3. Движение газов и теплопередача в теории процессов производства агломерата									
3.1 Математические зависимости для расчёта газопроницаемости слоя. Условия формирования и разрушения сводов над зазорами колосников. Образование эллипсоидов разрыхления над зазорами колосников			0,4		0,4	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	ПК-1.1, ПК-2.1
3.2 Математическое описание теплоёмкостей потоков шихты и газа по высоте спекаемого слоя. Формируемые зоны по состоянию и условиям теплопередачи. Общие и зо-нальные тепловые балансы. Значимые научно-технические разработки и научные исследования по теплопередаче в спекаемом слое агломерата и при его охлаждении на	1				0,2	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	ПК-1.1, ПК-2.1
3.3 Мировые ресурсы информации о процессах производства агломерата. Анализ полного технологического цикла получения агломерата. Виды агломератов; показатели, характеризующие его свойства.			0,2		0,2	5	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	ПК-1.1, ПК-2.1

3.4 Методология анализа и обработки информационных потоков и информационных моделей при оценке поведения серы в процессах производства агломерата			0,2	10	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	ПК-1.1, ПК-2.1	
Итого по разделу		0,6	1	35				
4. Окисление, восстановление, твёрдофазные и жидкофазные процессы в теории производства агломерата								
4.1 Анализ процессов окисления и восстановления для выбора путей, мер и средств управления качеством агломерата.	1	0,2	0,4	10	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	ПК-1.1, ПК-2.1	
4.2 Основные направления развития производства агломерата. Значимые научно-технические разработки и научные исследования по качеству агломерата. Разработка предложений по совершенствованию производства агломерата в условиях заданного предприятия (на примере "ММК"). Применение инновационных методов решения задач по производству агломерата				0,4	10	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	ПК-1.1, ПК-2.1
4.3 Твёрдофазные и жидкофазные процессы агломерации. Формирование физической структуры агломерата. Виды блочных структур, пор, разделительных слоёв между порами. Действие физической структуры на качество агломерата. Термическое воздействие на агломерат после спекания				0,2	10	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	ПК-1.1, ПК-2.1



4.4 Типовые системы автоматического управления технологическими процессами производства агломерата. Системы поддержки принятия решения. Разработка предложений для технических регламентов и стандартов по обеспечению безопасности производственного процесса в аглодоменном			0,2	10,4	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	ПК-1.1, ПК-2.1
Итого по разделу	0,2		1,2	40,4			
Итого за семестр	4		6	158,4		экзамен	
Итого по дисциплине	4		6	158,4		экзамен	

## **5 Образовательные технологии**

В процессе реализации дисциплины «Теория процессов производства агломерата» 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. 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> .

2. Агеев, Н.Г. Моделирование процессов и объектов в металлургии : учебное пособие / Н.Г. Агеев. — Екатеринбург : УрФУ, 2016. — 108 с. — ISBN 978-5-7996-1712-7. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/99065>

3. Основы металлургического производства: учебник / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольцев, В.М. Салганик, С.К. Сibaгатуллин. - Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 616 с. - ISBN 978-5-8114-2486-3. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. - URL:

**б) Дополнительная литература:**

1. Сибгатуллин 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.

2. Сибгатуллин 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.

3. 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> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Сборщиков, Г.С. Современные проблемы металлургии и материаловедения : гидродинамика 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> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Агеев, Н.Г. Моделирование процессов и объектов в металлургии : учебное пособие / Н.Г. Агеев. — Екатеринбург : УрФУ, 2016. — 108 с. — ISBN 978-5-7996-1712-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/99065> .

9. Сибгатуллин 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.

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

11. Сибгатуллин 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.

12. Сибгатуллин С.К., Харченко А.С., Макарова И.В. Теория, технология и авто-матизация доменного процесса: практикум. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2019. 142 с.

**в) Методические указания:**

1. Сибгатуллин С.К., Харченко А.С., Макарова И.В. Шихтовые материалы / Теория, технология и автоматизация доменного процесса: практикум. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2019. С. 6 – 50.

2. Неясов А.Г., Иванов А.В., Макарова И.В. Расчеты шихты, материального и теплого балансов агломерационного процесса: Учеб. пособие. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. 68 с.

3. Формирование эллипсоидов выпуска и разрыхления при движении шихтовых материалов / Теория, технология и автоматизация доменного процесса: практикум. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2019. С. 76 – 112.

4. Неясов А.Г., Иванов А.В., Макарова И.В. Изучение основных закономерностей агломерационного процесса: методические указания к лабораторным занятиям. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2009. 18 с.

5. Неясов А.Г., Иванов А.В., Макарова И.В. Определение направления капиллярного давления в слое тонкоизмельченного концентрата и упрочнения увлажненных комков его за счет сил капиллярного давления: методические указания к лабораторным занятиям. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. 13 с.

6. Неясов А.Г., Иванов А.В., Макарова И.В. Определение максимальной капиллярной влагеёмкости и капиллярного давления в слое тонкоизмельчённого концентрата. Методические указания к лабораторным занятиям. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. 13 с.

7. Неясов А.Г., Иванов А.В., Макарова И.В. Определение газопроницаемости агломерационной шихты и зависимости ее от влажности и содержания в ней возврата. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. 20 с.

8. Панишев Н.В. Практикум по курсу «Теория и технология подготовки сырья к доменной плавке»: Учеб. пособие. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. 84 с.

9. Сибатуллин С.К., Ваганов А.И., Харченко А.С. Влияние уровня засыпи и газового потока на углы откоса материалов в модели. Магнитогорск: Изд-во Магнито-горск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. 17 с.

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

11. 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.

12. 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.

13. 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.

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

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

16. Дружков В.Г., Макарова И.В. Определение вертикального давления сыпучих материалов в присутствии газового потока. Магнитогорск: Издательский центр ФГБОУ ВПО «МГТУ». 2018. 12 с.

17. Сибатуллин С.К., Харченко А.С., Макарова И.В. Пример выполнение расчётов по дисциплине «Теория процессов производства агломерата». Магнитогорск: 2020. 52 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
Информационная система - Банк данных угроз	<a href="https://bdu.fstec.ru/">https://bdu.fstec.ru/</a>
Информационная система - Нормативные правовые акты, организационно-распорядительные документы, нормативные и методические	<a href="https://fstec.ru/normotvorcheskaya/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii">https://fstec.ru/normotvorcheskaya/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii</a>
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный	<a href="https://archive.neicon.ru/xmlui/">https://archive.neicon.ru/xmlui/</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий	<a href="https://www.nature.com/siteindex">https://www.nature.com/siteindex</a>
Международная база полнотекстовых журналов	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Университетская информационная система	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>
Федеральный образовательный портал –	<a href="http://ecsocman.hse.ru/">http://ecsocman.hse.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И.	<a href="https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru">https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Электронная база периодических изданий East	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа :

Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации. Специализированная мебель

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.

## 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 «Многокритериальные задачи оптимизации состава агломерационной шихты». Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по составляющим темы:

- требования к шихтовым материалам: концентрату, аглоруде, твёрдому топливу (коксису), флюсу, добавкам; прогноз работоспособности агломерационного производства в различных условиях; размораживание, сушка и увлажнение компонентов шихты;

- решение оптимизационных задач при организации хода процессов производства агломерата; оптимальный режим усреднения материалов традиционным размещением на рудном дворе и современным штабелированием с применением усреднительных комплексов; значимые научно-технические разработки и научные исследования по усреднению материалов;

- современные информационные технологии для совершенствования процессов производства агломерата оптимальным дозированием шихтовых материалов; основные достижения в области металлургии и смежных областях;

- применение методов физического и численного моделирования процессов с рассмотрением оптимальной крупности твёрдого топлива (коксика) и влажности шихты.

Цикл практических работ №2. Составление аннотаций по составляющим темы «Многокритериальные задачи окомкования шихты для последующей её агломерации». Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по составляющим темы:

- неравновесные состояния компонентов агломерационной шихты при их смешивании и окомковании в условиях непрерывного движения материалов в смесителе и окомкователе;

- создание и анализ математических моделей процесса окомкования шихты на основе закономерностей действия молекулярных и капиллярных сил в увлажнённом материале; значимые научно-технические разработки и научные исследования по окомкованию;

- многокритериальные задачи оптимизации режима возврата и постели для обеспечения эффективного хода спекания с достижением максимальной производительности и высокого качества агломерата;

- многокритериальные задачи оптимизации процесса зажигания твёрдого топлива в теории процессов производства агломерата для обеспечения эффективного хода спекания с достижением максимальной производительности и высокого качества агломерата.

Цикл практических работ №3. Составление аннотаций по составляющим темы «Движение газов и теплопередача в теории процессов производства агломерата». Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по составляющим темы:

- математические зависимости для расчёта газопроницаемости слоя; условия формирования и разрушения сводов над зазорами колосников; образование эллипсоидов разрыхления над зазорами колосников;

- математическое описание теплоёмкостей потоков шихты и газа по высоте спекаемого слоя; формируемые зоны по состоянию и условиям теплопередачи; общие и зональные тепловые балансы; значимые научно-технические разработки и научные исследования по теплопередаче в спекаемом слое агломерата и при его охлаждении на охладителе;

- мировые ресурсы информации о процессах производства агломерата; анализ полного технологического цикла получения агломерата; виды агломератов; показатели, характеризующие его свойства;

- методология анализа и обработки информационных потоков и информационных моделей при оценке поведения серы в процессах производства агломерата.

Цикл практических работ №4. Составление аннотаций по составляющим темы «Окисление, восстановление, твёрдофазные и жидкофазные процессы в теории производства агломерата». Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по составляющим темы:

- анализ процессов окисления и восстановления для выбора путей, мер и средств управления качеством агломерата;

- основные направления развития производства агломерата; значимые научно-технические разработки и научные исследования по качеству агломерата; разработка предложений по совершенствованию производства агломерата в условиях заданного предприятия (на примере “ММК”); применение инновационных методов решения задач по производству агломерата для доменной плавки;

- твёрдофазные и жидкофазные процессы агломерации; формирование физической структуры агломерата; виды блочных структур, пор, разделительных слоёв между порами; действие физической структуры на качество агломерата; термическое воздействие на агломерат после спекания;

- типовые системы автоматического управления технологическими процессами производства агломерата; системы поддержки принятия решения; разработка предложений для технических регламентов и стандартов по обеспечению безопасности производственного процесса в аглодоменном производстве.

*Перечень вопросов для подготовки к устному опросу*

1. С какой целью агломерационная шихта смешивается и увлажняется?
2. Что такое скорость спекания и от чего она зависит?
3. Одинакова ли скорость движения воздуха по высоте агломерата в конце его спекания?
4. Почему низ агломерата получается более оплавленным, хотя топливо равномерно распределено в шихте?
5. Почему аглоспек по периферии чаши менее оплавлен, чем по ее оси?
6. Почему в агломерационном газе по сравнению с воздухом, содержится меньше кислорода и азота и больше водяных паров?
7. По каким сечениям прежде всего разрушаются куски агломерата?
8. Что оказывает меньшее сопротивление прососу воздуха- аглоспек или шихта, из которой он получен и почему?
9. Почему спекание магнитных железняков по сравнению с красными и бурыми железняками идет при меньшем расходе коксика?
10. Почему с увеличением возврата в рудной смеси уменьшается расход известняка?
11. Что такое флюсующая способность известняка?
12. Почему производительность агломерационной машины зависит от газопроницаемости шихты?
13. Какая влажность агломерационной шихты называется оптимальной?
14. Назначение марганцевой руды при производстве агломерата (варианты ответов: является материалом, обеспечивающим формирование гарнисажа; является материалом, обеспечивающим промывку горна доменной печи; марганец марганцевой руды используется в качестве восстановителя железа из железорудного сырья; марганец марганцевой руды уменьшает растворимость углерода в чугуна).
15. Вид оксида  $\text{SiO}_2$  по влиянию на свойства агломерата (варианты ответов: нейтральный, основной, кислый, амфотерный),
16. Вид оксида  $\text{MgO}$  по влиянию на свойства шлака (варианты ответов: нейтральный, основной, кислый, амфотерный).
17. Влияние повышения содержания железа в агломерате на удельный расход кокса в доменной печи (варианты ответов: увеличивается с ростом содержания железа в агломерате до достижения предельно допустимого его уровня, а затем уменьшается; уменьшается; увеличивается; остается примерно постоянным).



18. Что такое сыпучая среда?
19. При каком соотношении размеров отверстия и частиц сыпучей среды наблюдается кострение?
20. Что такое эллипсоид выпуска?
21. Какими свойствами обладает эллипсоид выпуска?
22. Что такое эллипсоид разрыхления?
23. Как определяются высоты эллипсоидов выпуска и разрыхления?
24. Что такое воронка выпуска?
25. Во сколько раз высота эллипсоида разрыхления больше высоты эллипсоида выпуска?
26. Что такое зона потока сыпучего материала?
27. Что такое кострение сыпучего материала?
28. Какое условие необходимо выполнять для движения шихтовых материалов в доменной печи без кострения?
29. Показатели свойств агломерата:
  - физико-механические;
  - физико-химические;
  - температурно-тепловые;
  - компоненты химического состава.
30. Отличительные особенности при сравнении образцов материалов:
  - агломератов;
  - кокса;
  - железных руд;
  - марганцевых руд;
  - флюсов;
  - окатышей.
31. Какие значимые научно-технические разработки и научные исследования по аглодоменному производству Вам известны?
32. Какие основные достижения в области металлургии и смежных областях Вам известны?

Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену:

1. Каковы основные требования к концентрату и аглоруде?
2. Каковы основные требования к твёрдому топливу и к известняку?
3. Сущность усреднения материалов с использованием усреднительных комплексов.
4. Значимые научно-технические разработки и научные исследования по усреднению материалов.
5. Удельная производительность агломерационных машин и направления её увеличения.
6. Химический состав агломерата и способы его улучшения.
7. Физико-механические свойства агломерата и способы их улучшения.
8. Физико-химические свойства агломерата и способы их улучшения.
9. Оптимальное дозирование компонентов шихты.
10. Оптимальная крупность твёрдого топлива и известняка.
11. Роль извести в процессе агломерации.
12. Смешивание и окомкование шихты.
13. Закономерностей действия молекулярных и капиллярных сил в увлажнённом материале.
14. Решение многокритериальных задач оптимизации режимов возврата и постели
15. Режим зажигания твёрдого топлива шихты.
16. Газопроницаемость агломерируемого слоя.
17. Теплопередача по высоте спекаемого слоя.
18. Режим охлаждения агломерата на агломерационной машине и на охладителе.

19. Окислительно-восстановительные реакции в процессе агломерации.
20. Горение газа в зажигательном горне.
21. Оптимизация влажности агломерационной шихты.
22. Оптимизация расхода твёрдого топлива (коксика), расходуемого на агломерацию.
23. Химико-минералогические превращения при спекании и охлаждении агломерата
24. Физическая структура агломерата.
25. Условия, необходимые для обеспечения низкого содержания серы в агломерате.
26. Твёрдофазные и жидкофазные процессы при спекании агломерата.
27. Основные направления развития производства агломерата.
28. Полный технологический цикл получения агломерата.
29. Показатели, характеризующие режим работы агломерационной машины.

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 продукцию, корректирует и контролирует производственный процесс с обоснованием принятых технологических и технических мер		<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каковы основные требования к концентрату и аглоруде?</li> <li>2. Каковы основные требования к твёрдому топливу и к известняку?</li> <li>3. Сущность усреднения материалов с использованием усреднительных комплексов.</li> <li>4. Значимые научно-технические разработки и научные исследования по усреднению материалов.</li> <li>5. Удельная производительность агломерационных машин и направления её увеличения.</li> <li>6. Химический состав агломерата и способы его улучшения.</li> <li>7. Физико-механические свойства агломерата и способы их улучшения.</li> <li>8. Физико-химические свойства агломерата и способы их улучшения.</li> <li>9. Оптимальное дозирование компонентов шихты.</li> <li>10. Оптимальная крупность твёрдого топлива и известняка.</li> <li>11. Роль извести в процессе агломерации.</li> <li>12. Смешивание и окомкование шихты.</li> <li>13. Закономерностей действия молекулярных и капиллярных сил в увлажнённом материале.</li> <li>14. Решение многокритериальных задач оптимизации режимов возврата и постели</li> </ol> <p><b>Задание на решение задачи:</b></p> <p>По представленной в образовательной портале методике выполнить расчёт снижения удельного расхода кокса на проведение доменной плавки повышением содержания железа в агломерате.</p>

**ПК-2: Организует согласованную работу по выполнению технологических операций по получению металлургической продукции, её дальнейшей обработке**

ПК-2.1: Организует работу по выполнению технологических операций по получению металлургической продукции, её дальнейшей обработке

***Перечень теоретических вопросов к экзамену:***

2. Режим зажигания твёрдого топлива шихты.
2. Газопроницаемость агломерируемого слоя.
3. Теплопередача по высоте спекаемого слоя.
4. Режим охлаждения агломерата на агломерационной машине и на охладителе.
5. Окислительно-восстановительные реакции в процессе агломерации.
6. Горение газа в зажигательном горне.
7. Оптимизация влажности агломерационной шихты.
8. Оптимизация расхода твёрдого топлива (кокшика), расходуемого на агломерацию.
9. Химико-минералогические превращения при спекании и охлаждении агломерата
10. Физическая структура агломерата.
11. Условия, необходимые для обеспечения низкого содержания серы в агломерате.
12. Твёрдофазные и жидкофазные процессы при спекании агломерата.
13. Основные направления развития производства агломерата.
14. Полный технологический цикл получения агломерата.
15. Показатели, характеризующие режим работы агломерационной машины.

***Примерные практические задания:***

Выявить ключевые слова в выявленных источниках

Разработать тестовые задания для углублённого изучения наиболее существенной информации.

***Задание на решение задачи:***

По представленной в образовательной портале методике выполнить расчёт снижения удельного расхода кокса на проведение доменной плавки снижением содержания мелочи в агломерате.

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

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

Вопросы на экзамен берутся из теоретических вопросов к экзамену, задачи берутся из перечня, выполненных на практических занятиях. При получении оценки по экзамену обучающийся должен продемонстрировать знания в теории процессов производства агломерата, умения и владения в соответствии с нормативными компетенциями. Обучающийся должен показать умение обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая результаты научно-технических разработок по аглодоменному производства, достижения в металлургии и смежных областях.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме. Он включает два теоретических вопроса и одно практическое задание в виде задачи.

### **Показатели и критерии оценивания экзамена:**

- оценка **«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;
- оценка **«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;
- оценка **«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 и умениями при их переносе на новые ситуации;
- оценка **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные владения решения простых задач;
- оценка **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные владения решения простых задач.