



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММиМ  
А.С. Савинов

20.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ТЕОРИЯ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА АГЛОМЕРАТА***

Направление подготовки (специальность)  
22.04.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы  
Metallurgy of black metals

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
заочная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалобработки
Кафедра	Металлургии и химических технологий
Курс	2

Магнитогорск  
2020 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  
18.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ  
20.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

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

Рецензент:  
Директор ООО "Шлаксервис" канд. техн. наук  А. Б. Великий

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

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

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

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

### **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 обязательную часть учебного плана 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 – Металлургия черных металлов. 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

Информационные технологии в металлургии

Инновационные методы решения инженерных задач

### **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
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 5 зачетных единиц 180 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 12,3 акад. часов;
- аудиторная – 10 акад. часов;
- внеаудиторная – 2,3 акад. часов
- самостоятельная работа – 159 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. часа

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.	2		0,4/0,4И	0,6/0,4И	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-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
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	0,6/0,2И	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-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3

1.3	Современные информационные технологии для совершенствования процессов производства агломерата оптимальным дозированием шихтовых материалов. Основные достижения в области металлургии и смежных областях		0,4	0,6/0,4И		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-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
1.4	Применение методов физического и численного моделирования процессов с рассмотрением оптимальной крупности твёрдого топлива (коксика) и влажности шихты.		0,4	0,4/0,4И	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-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
Итого по разделу			1,6/0,4И	2,2/1,4И	33			
2.	Многокритериальные задачи окомкования шихты для последующей её							
2.1	Неравновесные состояния компонентов агломерационной шихты при их смешивании и окомковании в условиях непрерывного движения материалов в смесителе и окомкователе.		0,4	0,4/0,2И	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	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
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	2	0,4	0,4	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-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
2.3	Многокритериальные задачи оптимизации режима возврата и постели для обеспечения эффективного хода спекания с достижением максимальной производительности и высокого качества агломерата.		0,4	0,4/0,4И	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-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3

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	0,4/0,4И	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	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
Итого по разделу			1,6	1,6/1И	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	0,4/0,4И	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-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
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	2			0,2/0,2И	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-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
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	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3

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	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
Итого по разделу		0,6	1/0,6И	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.	2	0,2/0,2И	0,4/0,2И	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	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
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			0,4/0,2И	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	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
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

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	11	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-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
Итого по разделу		0,2/0,2И	1,2/0,4И	41			
Итого за семестр		4/0,6И	6/3,4И	159		экзамен	
Итого по дисциплине		4/0,6И	6/3,4И	159		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. Фролов Ю.А. Агломерация. - Екатеринбург: 2016, 674 с. Электронное издание.  
Ссылка: <https://newlmshttps://newlms.magtu.ru/course/view.php?id=87243#section-0> .

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

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

4. 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: <https://e.lanbook.com/book/90165>

#### **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>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. 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.

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

#### **в) Методические указания:**

1. Сibaгатуллин 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. – 142 с.

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

3. 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, 2016. 18 с.

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

5. Сibaгатуллин 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.

6. Сibaгатуллин 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.

7. Сibaгатуллин С.К., Харченко А.С., Макарова И.В. Пример выполнения 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
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	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	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="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</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 наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</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	<a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a>
Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга	<a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a>
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	<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	<a href="https://archive.neicon.ru/xmlui/">https://archive.neicon.ru/xmlui/</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>
Информационная система - Банк данных угроз	<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 лабораторных занятий. Лаборатория доменного производства оснащена:

- специализированная мебель
- физические модели доменных печей
- лабораторные установки для исследований процессов, протекающих в доменных печах: модель конусного загрузочного устройства, модель горна доменной печи

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 (коксик), 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 чугуне).
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>ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области металлургии и смежных областях</b>		
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 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> <li>15. Режим зажигания твёрдого топлива шихты.</li> <li>16. Газопроницаемость агломерируемого слоя.</li> <li>17. Теплопередача по высоте спекаемого слоя.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>18. Режим охлаждения агломерата на агломерационной машине и на охладителе.</p> <p>19. Окислительно-восстановительные реакции в процессе агломерации.</p> <p>20. Горение газа в зажигательном горне.</p> <p>21. Оптимизация влажности агломерационной шихты.</p> <p>22. Оптимизация расхода твёрдого топлива (коксыка), расходуемого на агломерацию.</p> <p>23. Химико-минералогические превращения при спекании и охлаждении агломерата</p> <p>24. Физическая структура агломерата.</p> <p>25. Условия, необходимые для обеспечения низкого содержания серы в агломерате.</p> <p>26. Твёрдофазные и жидкофазные процессы при спекании агломерата.</p> <p>27. Основные направления развития производства агломерата.</p> <p>28. Полный технологический цикл получения агломерата.</p> <p>29. Показатели, характеризующие режим работы агломерационной машины.</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 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-5.3	Систематизирует и обобщает опыт для обоснования выбора оптимального решения при разработке инновационных технологических процессов в	<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 улучшением качества агломерата по содержанию мелкой фракции. Ссылка: <a href="https://newlms.magtu.ru/course/view.php?id=72467">https://newlms.magtu.ru/course/view.php?id=72467</a></p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	области металлургии и металлообработки	

## **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.