

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 16.11.2023 17:06:51

Уникальный идентификатор:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

Рабочая программа дисциплины (модуля)

## **Теоретические исследования и моделирование перспективных сталеплавильных и ферросплавных процессов**

Закреплена за подразделением Кафедра металлургии стали, новых производственных технологий и защиты металлов

Направление подготовки

00.06.00 Аспирантура

Профиль

Квалификация

**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет 6

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

57

### **Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	<b>6 (3.2)</b>		Итого	
	Неделя 20			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	57	57	57	57
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*к.т.н., доц., Котельников Г.И.*

Рабочая программа

### **Теоретические исследования и моделирование перспективных сталеплавильных и ферросплавных процессов**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов) (приказ от 17.03.2022 г. № 2-22)

Составлена на основании учебного плана:

- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.11 Физика полупроводников
- 1.4.2 Аналитическая химия
- 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
- 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
- 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением
- 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 Металлургия черных, цветных и редких металлов
- 2.6.3 Литейное производство
- 2.6.4 Обработка металлов давлением
- 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы
- 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
- 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
- 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- 2.6.17 Металловедение
- 2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
- 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
- 2.8.8 Геотехнология, горные машины
- 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых, АСП-22-4.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.11 Физика полупроводников
- 1.4.2 Аналитическая химия
- 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
- 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
- 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением
- 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 Металлургия черных, цветных и редких металлов
- 2.6.3 Литейное производство
- 2.6.4 Обработка металлов давлением
- 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы
- 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
- 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
- 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- 2.6.17 Металловедение
- 2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
- 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
- 2.8.8 Геотехнология, горные машины
- 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра металлургии стали, новых производственных технологий и защиты металлов**

Протокол от 09.06.2022 г., №11

Руководитель подразделения А.В.Дуб

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Формирование и развитие знаний, навыков и умений в области металлургии черных, цветных и редких металлов, необходимых для дальнейшей профессиональной деятельности в области металлургии.
1.2	Научить применять физико-химические, термодинамические, кинетические, теплофизические и т.д. законы для разработки оптимальных технологических схем выплавки стали и сплавов в различных металлургических агрегатах.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		2.1.2
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Академическое письмо	
2.1.2	Иностранный язык	
2.1.3	История и философия науки	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Аналитическая химия	
2.2.2	Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика	
2.2.3	Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика	
2.2.4	Геотехнология, горные машины	
2.2.5	Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр	
2.2.6	Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр	
2.2.7	Литейное производство	
2.2.8	Материаловедение	
2.2.9	Материаловедение	
2.2.10	Материаловедение	
2.2.11	Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов	
2.2.12	Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов	
2.2.13	Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов	
2.2.14	Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов	
2.2.15	Металлургия черных, цветных и редких металлов	
2.2.16	Металлургия черных, цветных и редких металлов	
2.2.17	Металлургия черных, цветных и редких металлов	
2.2.18	Нанотехнологии и наноматериалы	
2.2.19	Нанотехнологии и наноматериалы	
2.2.20	Нанотехнологии и наноматериалы	
2.2.21	Обогащение полезных ископаемых	
2.2.22	Обработка металлов давлением	
2.2.23	Порошковая металлургия и композиционные материалы	
2.2.24	Порошковая металлургия и композиционные материалы	
2.2.25	Теоретические основы проектирования горнотехнических систем	
2.2.26	Технологии и машины обработки давлением	
2.2.27	Технологии и машины обработки давлением	
2.2.28	Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники	
2.2.29	Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники	
2.2.30	Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники	
2.2.31	Технология электрохимических процессов и защита от коррозии	
2.2.32	Физика конденсированного состояния	
2.2.33	Физика конденсированного состояния	
2.2.34	Физика конденсированного состояния	
2.2.35	Физика конденсированного состояния	
2.2.36	Физика конденсированного состояния	
2.2.37	Физика полупроводников	
2.2.38	Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ	



А-3-31 Фундаментальные основы термодинамики и кинетики металлургических процессов, конструкционные особенности и основные узлы сталеплавильных агрегатов, перспективные методы повышения качества стали.
<b>А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях</b>
<b>Знать:</b>
А-1-31 Достижения отечественных и зарубежных исследователей в области теории и технологии производства стали и сплавов.
<b>А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты</b>
<b>Уметь:</b>
А-3-У1 Выполнять расчеты основных показателей процесса при производстве сталей и сплавов в различных сталеплавильных агрегатах.
<b>А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях</b>
<b>Уметь:</b>
А-1-У2 Анализировать существующие технологически схемы производства стали и сплавов, разрабатывать новые, совершенствовать существующие.
А-1-У1 Анализировать и решать технологические задачи, разрабатывать технологические схемы процессов выплавки сталей и сплавов.
<b>А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты</b>
<b>Владеть:</b>
А-3-В1
Навыками анализа металлургических процессов на основе физико-химических данных.
<b>А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях</b>
<b>Владеть:</b>
А-1-В1 Анализом ресурсо-экологических показателей металлургических процессов.
<b>А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата</b>
<b>Владеть:</b>
А-2-В1 Современными методами исследования, разработки и оптимизации технологических процессов при производстве сталей и сплавов в сталеплавильных агрегатах.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Основы металлургии стали и ферросплавов. Классификация сталей.</b>							
1.1	Сталь. Технологические схемы производства стали. Классификация стали. Ферросплавы. /Лек/	6	6	А-1-31 А-1-У1 А-1-У2 А-1-В1 А-2-31 А-2-В1 А-3-31 А-3-У1 А-3-В1	Л1.1 Л1.4 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.6 Л2.7 Л2.9 Л2.10 Л2.11 Л2.17 Л2.18 Э1			

1.2	Современное сталеплавильное и конвертерное производства стали, перспективы развития. Основные технологические схемы и особенности производства стали в различных металлургических агрегатах. /Пр/	6	2	A-1-31 A-1-Y1 A-1-Y2 A-1-B1 A-2-31 A-2-B1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1	Л1.1 Л1.4 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.15			
	<b>Раздел 2. Технологические схемы производства стали.</b>							
2.1	Подготовка сырья к плавке. Металлургия стали. Особенности производства стали в различных сталеплавильных агрегатах. Конвертерный процесс, электросталеплавильное производство стали. Техничко-экономические показатели выплавки стали в дуговой сталеплавильной печи и конвертере. /Пр/	6	4	A-1-31 A-1-Y1 A-1-Y2 A-1-B1 A-2-31 A-2-B1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1	Л1.1 Л1.4 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.12 Л2.13 Л2.14 Л2.15 Л2.16 Л2.17			
2.2	Теоретические основы выплавки стали в кислородном конвертере, дуговых сталеплавильных печах. Выплавка сплавов на установках спецэлектрометаллургии. Физико-химические процессы, происходящие при производстве сталей и сплавов. /Лек/	6	8	A-1-31 A-1-Y1 A-1-Y2 A-1-B1 A-2-31 A-2-B1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1	Л1.1 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.10Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.12 Л2.15			
	<b>Раздел 3. Сталеплавильные печи, установки спецэлектрометаллургии. Виды, конструкционные особенности.</b>							
3.1	Оборудование, конструкция, основные узлы дуговой сталеплавильной печи, конвертера, установки ковш-печь, установки вакуумной дегазации. Печи спецэлектрометаллургии. /Пр/	6	4	A-1-31 A-1-Y1 A-1-Y2 A-1-B1 A-2-31 A-2-B1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1	Л1.1 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.10Л2.2 Л2.4 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.12 Л2.15			
3.2	Конструкционные особенности, отличительные признаки дуговой сталеплавильной печи и конвертера. Особенности конструкции и работы печей спецэлектрометаллургии. 8 /Лек/	6	3	A-1-31 A-1-Y1 A-1-Y2 A-1-B1 A-2-31 A-2-B1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1	Л1.1 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.10Л2.2 Л2.4 Л2.7 Л2.8 Л2.12 Л2.15			

	<b>Раздел 4. Теоретические особенности и технологические возможности рафинирования стали в различных сталеплавильных агрегатах.</b>							
4.1	Особенности и возможности процессов рафинирования стали в сталеплавильных агрегатах, развитие внепечной обработки стали. Перспективные метода очищения стали от фосфора, серы, неметаллических включений. Современное состояние и перспективы развития рафинирования стали. /Пр/	6	2	A-1-31 A-1-Y1 A-1-Y2 A-1-B1 A-2-31 A-2-B1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1	Л1.6 Л1.7Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.8 Л2.13 Л2.16			
4.2	Дефосфорация стали, назначение и основные показатели процесса, рафинировочные шлаки, перспективные методы дефосфорации. /Лаб/	6	6	A-1-31 A-1-Y1 A-1-Y2 A-1-B1 A-2-31 A-2-B1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1	Л1.6 Л1.7Л2.3 Л2.5 Л2.13 Л2.16 Л2.17			
4.3	Десульфурация стали, назначение и основные показатели процесса, рафинировочные шлаки, перспективные методы десульфурации. Удаление серы на установке ковш-печь. /Лаб/	6	6	A-1-31 A-1-Y1 A-1-Y2 A-1-B1 A-2-31 A-2-B1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1	Л1.6 Л1.7Л2.3 Л2.5 Л2.13 Л2.16 Л2.17			
4.4	Раскисление стали. Кислород и газы в стали. Источники кислорода, азота, водорода в процессе производства стали, влияние газов на эксплуатационные, служебные свойства стали. /Лаб/	6	5	A-1-31 A-1-Y1 A-1-Y2 A-1-B1 A-2-31 A-2-B1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1	Л1.6 Л1.7Л2.3 Л2.5 Л2.13 Л2.16 Л2.17			
	<b>Раздел 5. Внепечная обработка стали. Микролегирование стали.</b>							



5.1	История, развитие, современное состояние и перспективы развития методов внепечной обработки стали. Интенсификация сталеплавильных процессов. Микролегирование стали, использование щелочноземельных и редкоземельных металлов с целью повышения качества готовой продукции. Установка ковш-печь, установка вакуумной дегазации, комбинированные способы внепечной обработки. /Пр/	6	3	A-1-31 A-1-Y1 A-1-Y2 A-1-B1 A-2-31 A-2-B1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1	Л1.6 Л1.7Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.8 Л2.16			
5.2	Металлургические агрегаты внепечной обработки, виды и конструкционные особенности. Теоретическое обоснование использования щелочноземельных и редкоземельных металлов в процессе внепечной обработки стали. Цели и методы внепечной обработки. Продувка стали инертными газами. /Ср/	6	57	A-1-31 A-1-Y1 A-1-Y2 A-1-B1 A-2-31 A-2-B1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1	Л1.6 Л1.7Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.8 Э1			
<b>Раздел 6. Технология производства сплавов.</b>								
6.1	Технологические схемы и особенности производства сложнелегированных сплавов на основе никеля, кобальта, титана, меди, молибдена и т. д. на установках спецэлектрометаллургии. /Пр/	6	2	A-1-31 A-1-Y1 A-1-Y2 A-1-B1 A-2-31 A-2-B1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1	Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.8 Л2.17			

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Экзамен		<p>ОПК-12.1 -31 Общую методику проведения экспериментов в научной лаборатории и технику безопасности. Конструкцию и основные узлы лабораторной установки: Назовите основные конструкционные узлы современных сталеплавильных агрегатов, которые вы знаете?</p> <p>ОПК-12.1 -У1 Выполнять расчеты основных показателей процесса при производстве сталей и сплавов в различных сталеплавильных агрегатах: Какие вы знаете основные показатели процесса при выплавке стали в ДСП, конвертере? Окисленность системы как основной параметр, определяющий технологические особенности рафинирования стали.</p> <p>ОПК-9.1 -У1 Анализировать и решать технологические задачи,</p>

		<p>разрабатывать технологические схемы процессов выплавки сталей и сплавов:  Основные современные технологические схемы производства различных марок стали (перечислить). Преимущества, возможная степень рафинирования, основные технологические особенности. Классификация стали по способу производства, по уровню раскисления, по химическому составу и другие.</p> <p>УК-11.1 -В1 Навыками самостоятельной работы и навыками решения инженерно-практических задач.  ОПК-9.1 -В1 Навыками самостоятельной работы и навыками решения инженерно-практических задач:  УК-5.1 -В1 Навыками самостоятельной работы и навыками решения инженерно-практических задач.  Проблема металлошхты сталеплавильного производства.  Особенности технологии производства стали в дуговых печах малой вместимости  Особенности технологии производства стали в дуговых электропечах высокой мощности.</p> <p>ОПК-8.1 -31 Сущность термодинамических и кинетических закономерностей рафинирования металла от примесей, химические и физические процессы, происходящие при производстве сплавов. Теоретические особенности и технологические возможности дефосфорации стали в окислительных условиях.  Дефосфорация металла в слабоокислительных условиях.  Необходимость процесса. Рафинирующие шлаки.  Десульфурация стали шлаковыми смесями. Теоретическое обоснование, технологическая реализация.  Десульфурация стали металлическими десульфураторами. Теоретическое обоснование, технологическая реализация.</p> <p>ОПК-7.1 -31 Достижения отечественных и зарубежных исследователей в области теории и технологии производства стали и сплавов:  Интенсификация процесса производства стали в дуговых электропечах.  Железо прямого восстановления – перспективная металлошхта, ее преимущества и недостатки. Особенности технологического процесса в ДСП и использование этой шхты.  Перспективные способы десульфурации стали.</p> <p>УК-5.2 -31 Фундаментальные основы термодинамики и кинетики металлургических процессов, конструкционные особенности и основные узлы сталеплавильных агрегатов, перспективные методы повышения качества стали.  УК-11.1 -31 Фундаментальные основы термодинамики и кинетики металлургических процессов, конструкционные особенности и основные узлы сталеплавильных агрегатов, перспективные методы повышения качества стали.  УК-5.1 -31 Фундаментальные основы термодинамики и кинетики металлургических процессов, конструкционные особенности и основные узлы сталеплавильных агрегатов, перспективные методы повышения качества стали.  УК-1.2 -31 Фундаментальные основы термодинамики и кинетики металлургических процессов, конструкционные особенности и основные узлы сталеплавильных агрегатов, перспективные методы повышения качества стали.  УК-1.1 -31 Фундаментальные основы термодинамики и кинетики металлургических процессов, конструкционные особенности и основные узлы сталеплавильных агрегатов, перспективные методы повышения качества стали.  ПК-1.1 -31 Фундаментальные основы термодинамики и кинетики металлургических процессов, конструкционные особенности и основные узлы сталеплавильных агрегатов, перспективные методы повышения качества стали.  Теоретическое обоснование, термодинамические закономерности процесса обезуглероживания сталей с высоким содержанием</p>
--	--	---

		<p>хрома. Теоретическое обоснование и технологические схемы получения низколегированной стали с содержанием углерода менее 0,01 – 0,005%.</p> <p>Управление содержанием азота в стали. Способы получения низких и высоких концентраций азота в металле. Назовите какие вы знаете основные реакции дефосфорации, десульфурации?</p> <p>УК-11.1 -32 Основные технологические схемы производства сталей и сплавов на установках спецэлектрометаллургии: Теоретическое обоснование и возможные технологические схемы производства стали с пониженным содержанием цветных примесей Теоретическое обоснование и экспериментальные возможности получения чистой стали (с пониженным содержанием примесей) Теоретическое обоснование и технологические схемы получения азотированных марок сплавов.</p> <p>УК-9.2 -31 Методы исследования и проведения экспериментов, способы анализа и обработки экспериментальных данных. Какие вы знаете особенности технологии выплавки и внепечной обработки различных марок сталей? УК-1.2 -32 Основные типы технологических схем производства сталей и сплавов. Различные варианты технологии выплавки и внепечной обработки сталей. Назначение и технологические схемы внепечной обработки стали, теоретическое обоснование способов рафинирования. Различные варианты технологий производства коррозионностойких сталей с применением вакуум-кислородного и аргоно-кислородного рафинирования.</p> <p>УК-1.2 -У1 Анализировать существующие технологические схемы производства стали и сплавов, разрабатывать новые, совершенствовать существующие. Какие технологические схемы выплавки стали в ДСП вы знаете? Работа ДСП с использованием жидкого чугуна преимущества и недостатки? Производство стали с использованием внепечной обработки.</p> <p>УК-1.1 -В1 Навыками анализа металлургических процессов на основе физико-химических данных. Какие вы знаете физико-химические процессы, происходящие во время выплавки стали в различных сталеплавильных агрегатах?</p> <p>ОПК-4.1 -31 Общие правила безопасности для металлургических и коксохимических предприятий и производств. Какие вы знаете общие правила эксплуатации технических устройств на металлургических комбинатах?</p> <p>ОПК-1.1 -В1 Современными методами исследования, разработки и оптимизации технологических процессов при производстве сталей и сплавов в сталеплавильных агрегатах: Какие способы интенсификации процесса выплавки стали в ДСП вы знаете? Микролегирования и модифицирование стали, требования к металлу перед введением добавок, теоретическое обоснование.</p> <p>ОПК-1.1 -В2 Анализом ресурсо-экологических показателей металлургических процессов. Назовите основные источники потери энергии при выплавке стали. Назовите основные источники поступления энергии при выплавке стали.</p>
--	--	---

### 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.

По дисциплине "Металлургия черных, цветных и редких металлов" предусмотрено проведение контрольной работы.

Примерный перечень вопросов к контрольной работе №1 (ОПК-12.1 -У1, ОПК-8.1 -31, УК-11.1 -31, УК-11.1 -32)

Методы производства рядовой стали.

Методы производства стали со специальными свойствами.

Тенденции развития металлургических методов получения стали с новыми свойствами.

Конвертерный метод выплавки стали – современный уровень развития технологии.

Электросталеплавильный метод выплавки стали – современный уровень развития технологии.

Ковшовые методы обработки стали. Выбор методов ковшевой обработки в зависимости от назначения стали.

Проблемы производства стали с низким содержанием углерода. Методы решения.

Получение низкого содержания фосфора в стали. Методы решения проблемы.

Проблема производства стали с низким содержанием водорода. Пути решения задачи с использованием методов внепечной обработки.

Управление содержанием азота в стали. Способы получения низких и высоких концентраций азота в металле.

Проблема производства стали с экстранизким содержанием серы

Проблема глубокого раскисления стали и получения экстранизкого содержания кислорода и неметаллических включений

Расчеты по поведению кислорода при окислительном рафинировании.

Расчетная оценка предельно низких концентраций фосфора в стали.

Современные тенденции использования тепла отходящих газов ДСП.

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов.

Пример экзаменационного билета

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»

ИНСТИТУТ ЭКОТЕХНОЛОГИЙ И ИНЖИНИРИНГА

КАФЕДРА МЕТАЛЛУРГИИ СТАЛИ, НОВЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛОВ

НАПРАВЛЕНИЕ: 22.06.01 Технологии материалов

НАПРАВЛЕННОСТЬ ПОДГОТОВКИ:

«Металлургия черных, цветных и редких металлов»

Дисциплина: Теория и технология получения металлов и сплавов в различных металлургических агрегатах

Группы:

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 01

1. Сталь – основной конструкционный материал на долгие будущие годы.

2. Интенсификация процесса производства стали в дуговых электропечах

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Обучающийся для успешной сдачи экзамена должен выполнить все работы указанные в семестре, ответить на оба экзаменационных вопроса.

Оценка формируется:

Аспирант полностью, подробно ответил на поставленные вопросы в экзаменационном билете, ответил на дополнительные (сопутствующие тематике вопросы) - оценка отлично.

Аспирант затрудняется ответить подробно на вопросы в экзаменационном билете, не может ответить на дополнительные вопросы - оценка хорошо.

Аспирант ответил только на один вопрос в экзаменационном билете - оценка удовлетворительно.

Аспирант не может ответить ни на один из поставленных вопросов - оценка неудовлетворительно.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Григорьев В. П., Нечкин Ю. М., Егоров А. В., Никольский Л. Е.	Конструкции и проектирование агрегатов сталеплавильного производства: Учебник для вузов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 1995
Л1.2	Зеликман А. Н., Меерсон Г. А.	Металлургия редких металлов: учеб.пособие для студентов вузов по спец. 'Металлургия цвет.металлов'	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgy, 1973
Л1.3	Зеликман А. Н., Коршунов Б. Г.	Металлургия редких металлов: Учебник для студ. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgy, 1991
Л1.4	Кудрин В. А.	Металлургия стали: Учебник для вузов по спец. 'Металлургия чер.металлов'	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgy, 1989
Л1.5	Зеликман А. Н.	Металлургия тугоплавких редких металлов: Учебник для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgy, 1986
Л1.6	Воскобойников В. Г., Кудрин В. А., Якушев А. М.	Общая металлургия: Учебник для вузов по напр. 'Металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgy, 2000
Л1.7	Воскобойников В. Г., Кудрин В. А., Якушев А. М.	Общая металлургия: учебник для студ. вузов напр. 'Металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Академкнига, 2005
Л1.8	Егоров А. В.	Расчет мощности и параметров электропечей черной металлургии: Учеб. пособие для металлург. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgy, 1990
Л1.9	Гасик М. И., Лякишев Н. П., Емлин Б. И.	Теория и технология производства ферросплавов: Учеб.для вузов по спец.'Металлургия черных металлов'	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgy, 1988
Л1.10	Поволоцкий Д. Я., Рошин В. Е., Мальков Н. В.	Электрометаллургия стали и ферросплавов: Учебник для вузов по спец. 'Металлургия' и 'Металлургия черных металлов'	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgy, 1995

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Симонян Лаура Михайловна, Семин Александр Евгеньевич, Кочетов Александр Иванович	Металлургия спецсталей. Теория и технология спецэлектрометаллургии: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов напр. Металлургия	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2007
Л2.2	Егоров А. В.	Расчет мощности и параметров электроплавильных печей: Учеб. пособие для студ. вузов, обучающихся по направл. 651300 'Металлургия' и спец. 210200 'Автоматизация технол. процессов и производств'	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2000
Л2.3	Григорян В. А., Белянчиков Л. Н., Стомахин А. Я.	Теоретические основы электросталеплавильных процессов	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgy, 1987

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.4	Лузгин Валентин Павлович, Семин Александр Евгеньевич, Комолова О. А.	Теория и технология металлургии стали. Внепечная обработка стали: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150100 - Металлургия	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2010
Л2.5	Григорян Вули Аршакович, Стомахин Александр Яковлевич, Уточкин Юрий Иванович, др.	Физико-химические расчеты электросталеплавильных процессов. Сб. задач с решениями: учебное пособие для студ. вузов спец. - Металлургия	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2007
Л2.6	Симонян Лаура Михайловна, Кочетов Александр Иванович	Экологически чистая металлургия: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов спец. Металлургия черных металлов и Металлургия техногенных и вторичных ресурсов	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2005
Л2.7	Егоров А. В.	Электрометаллургия стали и спецэлектрометаллургия. Электроплавильные печи черной металлургии: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2007
Л2.8	Стомахин Александр Яковлевич, Котельников Георгий Иванович, Григорян Вули Аршакович	Методические указания по выполнению хронометража и расчету материального баланса электроплавки стали: для студ. спец. 11.01, 21.03	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1988
Л2.9	Стомахин Александр Яковлевич, Беляничков Лев Николаевич, Егоров Алексей Варнавьевич, др., Григорян Вули Аршакович	Электрометаллургия стали и ферросплавов: Учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1994
Л2.10	Григорян Вули Аршакович, Пономаренко А. Г., Стомахин Александр Яковлевич, др., Григорян Вули Аршакович	Электрометаллургия стали и ферросплавов: Разд.: Теоретические основы электроплавки: Учеб. пособие для практ. занятий для студ. спец. 1101	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1988
Л2.11	Егоров Алексей Варнавьевич, Григорян Вули Аршакович	Основы электрометаллургии стали и ферросплавов. Разд.: Электроплавильные печи: Лаб. практикум для студ. спец. 0401	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1985
Л2.12	Симонян Лаура Михайловна, Семин Александр Евгеньевич	Технико-экологические аспекты плавки в ДСП: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2011

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.13	Котельников Георгий Иванович, Павлов А. В., Косырев Константин Львович, др.	Термодинамика и кинетика металлургических процессов. Физико-химические расчеты по термодинамике и кинетике поведения газов и неметаллических включений в стали: практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. - Металлургия	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013
Л2.14	Семина Александр Евгеньевич, Попов Н. Н.	Производство стали в электропечах. Дуговая печь постоянного тока: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150400 - Металлургия	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2014
Л2.15	Коминов Сергей Викторович, Семина Александр Евгеньевич, Чуйков Ф. В.	Производство стали в электропечах. Обработка металла инертными газами: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150400 - Металлургия	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2014
Л2.16	Семина Александр Евгеньевич, Алпатов Александр Владимирович, Котельников Георгий Иванович	Современные проблемы металлургии и материаловедения: практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015
Л2.17	Семина Александр Евгеньевич, Турсунов Нодиржон Каюмжонович, Косырев Константин Львович	Инновационное производство высоколегированной стали и сплавов. Теория и технология выплавки стали в индукционных печах: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 2017
Л2.18	Симонян Лаура Михайловна, Семина Александр Евгеньевич, Кочетов Александр Иванович	Современные методы и технологии специальной электрометаллургии и аддитивного производства. Теория и технология спецэлектрометаллургии (N 3095): курс лекций	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2017

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	<a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>
----	---

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Win Pro 10 32-bit/64-bit
-----	--------------------------

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Metallurgical and Materials Transactions B <a href="https://www.springer.com/journal/11663">https://www.springer.com/journal/11663</a>
-----	--

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
А-516	Учебная аудитория	комплект учебной мебели на 15 рабочих мест, 3 из которых оборудованы персональными компьютерами с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, доска с маркерами. В аудитории в свободном доступе находятся учебники по специальности, учебно-методические материалы, разработанные на кафедре МЗМ, и профильные научные журналы

А-311	Компьютерный класс	комплект учебной мебели на 15 рабочих мест, оснащенных компьютерами с подключением к сети «Интернет»(14 шт) и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, доска, проектор
А-319	Компьютерный класс	комплект учебной мебели на 15 рабочих мест, оснащенных компьютерами с подключением к сети «Интернет»(13 шт) и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

### **8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Для изучения дисциплины рекомендуется изучать тему занятия до его проведения используя литературу указанную в разделе "Содержание".