

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 27.10.2023 15:15:01

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)

# Процессы получения металлов, сплавов и соединений

Закреплена за подразделением Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Направление подготовки 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Квалификация **Инженер-исследователь**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144

в том числе:

аудиторные занятия 68

самостоятельная работа 40

часов на контроль 36

Формы контроля в семестрах:  
экзамен 5

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
	Неделя 19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	40	40	40	40
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*дтн, доцент, Родионова А.Г.; ктн, доцент, Челноков В.С.; к.т.н., доц., Хайдаров Б.Б.*

Рабочая программа

**Процессы получения металлов, сплавов и соединений**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, 22.03.01-БМТМ-23\_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов**

Протокол от 29.06.2020 г., №23

Руководитель подразделения Кузнецов Д.В.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Формирование компетенций, в соответствии с учебным планом, получение знаний и навыков в области различных этапов металлургического производства, черной металлургии, цветной металлургии, тугоплавких материалов.
1.2	Задачи дисциплины:
1.3	Научить представлениям о классификации материалов;
1.4	Анализировать возможные технологические операции для получения материалов с определенными свойствами;
1.5	Научить выполнять несложные расчеты отдельных процессов металлургического производства на основе данных.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.07
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Математическая статистика и анализ данных	
2.1.2	Кристаллография	
2.1.3	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.4	Физическая химия	
2.1.5	Электротехника	
2.1.6	Математика	
2.1.7	Химия	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Механические свойства твердых тел	
2.2.2	Теория гомогенных и гетерогенных процессов	
2.2.3	Технология получения монокристаллов	
2.2.4	Физические свойства материалов	
2.2.5	Научно-исследовательская работа	
2.2.6	Научно-исследовательская работа	
2.2.7	Научно-исследовательская работа	
2.2.8	Научно-исследовательская работа	
2.2.9	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.10	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.11	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.12	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.13	Высокотемпературная совместимость материалов	
2.2.14	Мониторинг технологий	
2.2.15	Основы биоорганической химии	
2.2.16	Основы моделирования на атомном уровне	
2.2.17	Особенности исследования низкоразмерных систем	
2.2.18	Решение профессиональных задач с помощью языка программирования	
2.2.19	Рост кристаллов	
2.2.20	Стандартизация и сертификация в металлургии	
2.2.21	Структурные методы исследования наноматериалов	
2.2.22	Теория фаз, фазовых превращений и атомное строение неорганических материалов	
2.2.23	Химические способы получения наноматериалов	
2.2.24	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.25	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.26	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.27	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.28	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.29	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.30	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.31	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	

<b>3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ</b>
<b>ПК-4: Способен выполнять исследования на стадии разработки технологических процессов и обеспечивать проведение инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов</b>
<b>Знать:</b>
ПК-4-37 Промежуточные продукты, образующиеся на всем протяжении выбранного технологического процесса;
ПК-4-36 Требования, предъявляемые к документации, оформляемой при проведении исследования процессов и материалов;
ПК-4-32 Основные вредные и опасные факторы металлургического производства;
ПК-4-38 Информационные базы, списки отраслевых изданий, справочники, позволяющие найти актуальные и перспективные данные
ПК-4-33 Общие требования, предъявляемые к современным технологиям, обеспечивающим рациональное получение материалов, которые отвечают всем стандартам;
ПК-4-31 Направления перспективных металлургических процессов, обеспечивающих более высокую экологичность, безопасность и эффективность по сравнению с имеющимися решениями;
ПК-4-35 Основные методы физико-химических исследований, иметь представления о пробоподготовке, последовательности при проведении эксперимента и получаемом результате;
ПК-4-34 Физико-химические свойства материалов, обеспечивающие требуемых эксплуатационные характеристики;
<b>ПК-3: Способен участвовать в разработке инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов</b>
<b>Знать:</b>
ПК-3-31 Полную классификацию материалов на основе различных свойств, включающую в себя конструкционные и функциональные материалы;
ПК-3-33 Наиболее распространенные типы руд и прочих вспомогательных материалов, используемых в металлургических процессах;
ПК-3-32 Последовательность основных этапов металлургического производства и основные типы применяемого оборудования;
ПК-3-35 Терминологию, применяемую при обсуждении и описании металлургических процессов;
ПК-3-34 Типовые физико-химические превращения, протекающие на различных этапах металлургического производства;
ПК-3-36 Основные свойства и особенности тугоплавких и высокотемпературных материалов, способы их получения и сферы применения;
<b>ПК-4: Способен выполнять исследования на стадии разработки технологических процессов и обеспечивать проведение инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-4-У1 Определять требуемые свойства материала на основании данных о сфере его применения;
ПК-4-У3 Комплексно видеть технологический процесс, оценивать риски на определенных этапах;
ПК-4-У2 Оформлять отчетную документацию, содержащую методику исследования, результаты проведения исследования и выводы;
<b>ПК-3: Способен участвовать в разработке инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-3-У3 Определять наиболее технологичный метод получения для предложенного материала на основе данных о его составе, области применения и прочих параметров;
ПК-3-У4 Выбирать оптимальные исходные компоненты для получения определенного типа материала с учетом требований по технологичности, составу и стоимости;
ПК-3-У1 Производить математический расчеты типовых процессов, протекающих в некоторых металлургических агрегатах: материальный баланс доменной печи, параметры диссоциации карбоната кальция, параметры высокотемпературного газа;
ПК-3-У2 Прогнозировать изменение процессов металлургического производства при изменении параметров работы основных агрегатов;
ПК-3-У5 Объяснять основные этапы и особенности процессов, протекающих на различных этапах металлургического производства;
<b>ПК-4: Способен выполнять исследования на стадии разработки технологических процессов и обеспечивать проведение инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов</b>
<b>Уметь:</b>

ПК-4-У4 Применять полученные знания о свойствах материалов для налаживания технологического процесса получения
<b>ПК-3: Способен участвовать в разработке инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-3-У7 Определять требуемые свойства материала на основании данных о сфере его применения;
ПК-3-У6 Использовать физико-химические методы для анализа процессов и явлений влияющих на свойства тугоплавких металлов, имеющих место при их получении и эксплуатации;
<b>ПК-4: Способен выполнять исследования на стадии разработки технологических процессов и обеспечивать проведение инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-4-В1 Навыками поиска подходящей схемы исследования материала на основе научной, отраслевой литературы и стандартов, обеспечивающих получение достоверных результатов
<b>ПК-3: Способен участвовать в разработке инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-3-В1 Первичным опытом проведения физико-химических расчетов металлургических процессов;
ПК-3-В2 Навыками работы с широким спектром научной и отраслевой литературы для поиска перспективных технологий, обеспечивающих повышение экологичности, экономического эффекта производства;

#### 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. Классификация материалов</b>							
1.1	Основы физической химии. Типы материалов. Свойства материалов. /Лек/	5	6	ПК-3-31 ПК-3-35	Л1.4 Л1.7Л3.1			
1.2	Основные физические величины и их измерение. Методы определения и приборы. /Пр/	5	2	ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-У3 ПК-4-У4	Л1.11			
1.3	Термодинамические величины. Решение задач с применением термодинамических законов. Идеальный газ. Решение задач с применением газовых законов. /Пр/	5	2	ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-У3 ПК-4-У4	Л1.12 Л1.13Л3.1			
1.4	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. /Ср/	5	10	ПК-3-В1 ПК-4-31	Л1.1			
	<b>Раздел 2. Основы черной металлургии</b>							
2.1	Металлургия чугуна и стали /Лек/	5	2	ПК-3-32 ПК-3-34 ПК-3-35 ПК-4-32 ПК-4-33 ПК-4-35 ПК-4-36 ПК-4-37	Л1.7			
2.2	История сталеплавильного производства /Лек/	5	2	ПК-3-32 ПК-3-34 ПК-3-35 ПК-4-32 ПК-4-33 ПК-4-37	Л1.7			
2.3	Доменное производство /Лек/	5	2	ПК-3-32 ПК-3-34 ПК-4-32 ПК-4-33 ПК-4-37	Л1.9			

2.4	Процессы прямого получения сплавов /Лек/	5	2	ПК-3-32 ПК-3-34 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-33 ПК-4-37	Л1.7			
2.5	Электродуговые и индукционные печи /Лек/	5	2	ПК-3-32 ПК-3-34 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-33 ПК-4-37	Л1.10			
2.6	Разливка стали /Лек/	5	2	ПК-3-34 ПК-4-32 ПК-4-33 ПК-4-37	Л1.2			
2.7	Сравнение сталеплавильных технологий. Расчет материального баланса доменной печи /Пр/	5	2	ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-У3 ПК-4-У4 ПК-4-В1	Л1.7 Л1.9			P1
2.8	Отличия рудных материалов. Рассмотрение примесей и влияния на конечные свойства материала. /Пр/	5	2	ПК-3-31 ПК-3-33	Л1.7			
2.9	Расчет диссоциации карбоната кальция /Пр/	5	2	ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-У3 ПК-3-У4 ПК-3-У5 ПК-3-У6 ПК-3-У7 ПК-3-В1 ПК-3-В2 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-У3 ПК-4-У4 ПК-4-В1	Л1.7 Л1.11			P2
2.10	Расчет параметров плазмы /Пр/	5	2	ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-У3 ПК-3-У4 ПК-3-У5 ПК-3-У6 ПК-3-У7 ПК-3-В1 ПК-3-В2 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-У3 ПК-4-У4 ПК-4-В1	Л1.7 Л1.13			P3
2.11	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. /Ср/	5	10	ПК-4-38	Л1.1 Л1.7 Л1.9 Л1.14			
	<b>Раздел 3. Основы цветной металлургии</b>							
3.1	Металлургия алюминия, меди, никеля, титана. Редкие металлы. Углерод. /Лек/	5	10	ПК-3-32 ПК-3-34 ПК-4-34 ПК-4-35 ПК-4-37	Л1.3 Л1.6			
3.2	Процесс получения алюминия. Решение задач по процессу восстановления меди и никеля /Пр/	5	4	ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-У3 ПК-3-У4	Л1.8 Л1.18			
3.3	Перспективы металлургии /Пр/	5	2	ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-У3 ПК-3-У4	Л1.5			

3.4	Современные методы получения изделий. Решение задач по процессу получения порошковых материалов Коллоквиум /Пр/	5	4	ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-У3 ПК-3-У4	Л1.5				Р4
3.5	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. /Ср/	5	10	ПК-3-В1	Л1.3 Л1.6 Л1.7				
<b>Раздел 4. Тугоплавкие металлы</b>									
4.1	Общая схема получения тугоплавких металлов. Получение соединений тугоплавких металлов. Получение тугоплавких металлов восстановлением из соединений. /Лек/	5	6	ПК-3-32 ПК-3-33 ПК-3-34 ПК-3-36 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-33 ПК-4-35 ПК-4-36 ПК-4-37	Л1.15 Л1.16Л1.3.1				
4.2	Практические основы построения технологической схемы ванадия. /Пр/	5	2	ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-3-В2 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-У3 ПК-4-У4 ПК-4-В1	Л1.16 Л1.17				
4.3	Построение технологической схемы процесса восстановления титана из тетрахлорида титана магнием. /Пр/	5	2	ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-У3 ПК-3-У4 ПК-3-В1 ПК-3-В2	Л1.5 Л1.13 Л1.15 Л1.16	На занятиях используется раздаточный материал (хранится на кафедре).			
4.4	Свойства тугоплавких металлов IV, V, VI групп, их формирование и обработка /Пр/	5	6	ПК-3-У2 ПК-3-У3 ПК-3-У4	Л1.15	На занятиях используется раздаточный материал (хранится на кафедре).			
4.5	Построение технологической схемы процесса вакуумной сепарации реакционной массы магниетермического процесса парения титана /Пр/	5	2	ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-У3 ПК-4-У4	Л1.17	На занятиях используется раздаточный материал (хранится на кафедре).			
4.6	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. /Ср/	5	10	ПК-3-В2	Л1.15 Л1.16				

### 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		Общие сведения о железе, основные свойства, аллотропические модификации. Определения и основные свойства чугуна и стали. Их место среди других конструкционных материалов. Основные мировые и отечественные производители стали. Современные агрегаты для выплавки стали. Дискретность сталеплавильных процессов (в отличие от доменного процесса, понятие плавки).

		<p>Назовите примеси наиболее сильно влияющие на механические свойства тугоплавких металлов. Как они влияют на механические свойства молибдена?</p> <p>Какая кристаллическая структура у металлов IV группы?</p> <p>Какие стадии (передель) включает сквозная технология производства стальной продукции? Каковы задачи каждого передель?</p> <p>Основные исходные материалы для выплавки стали: железосодержащие, шлакообразующие материалы, легирующие добавки и раскислители.</p> <p>Влияет ли рекристаллизационный отжиг тугоплавких металлов технической чистоты на их пластичность? Дайте объяснения.</p> <p>Какая кристаллическая структура у металлов V группы?</p> <p>Основные реакции сталеплавильных процессов (окисление примесей – углерода, кремния, марганца, фосфора и самого железа).</p> <p>Структурная неоднородность литой заготовки. Основные структурные зоны.</p> <p>Как можно устранить или ослабить влияние примесей внедрения на механические свойства металлов VI группы? Каков механизм?</p> <p>Назовите три тугоплавких металла с металлом с максимальной величиной межатомной связи. Как можно ее оценить качественно?</p> <p>Химический состав стали. Легирующие и микролегирующие элементы, примеси. Современная международная классификация сталей (по уровню легирования). Обозначение марок сталей в соответствии с российскими стандартами. Какой примерный химический состав имеют стали 30ХГСА, 12Х18Н10Т?</p> <p>Шлакообразование в сталеплавильных процессах. Состав и основность шлака. Основные отличия сталеплавильного шлака от доменного. Роль шлака в процессе выплавки стали.</p> <p>По каким признакам тугоплавкие металлы относятся к металлам технической чистоты? Как чистота влияет на свойства?</p> <p>Как давление пара тугоплавких металлов связано со скоростью испарения? У какого металла максимальное давление пара, а у какого минимальное?</p> <p>Структура стали (обобщенно – понятие основных фаз (матрицы), неметаллических включений и выделений избыточных фаз, размерные характеристики структуры – размер зерна основных фаз и структурных составляющих, понятие о субмикронных и наноразмерных выделениях избыточных фаз). Понятие о растворах внедрения и замещения.</p> <p>Газы в стали. Растворимость газов в жидкой и твердой стали. Закон Сиверса. Влияние вакуума на содержание газов в стали.</p> <p>Как меняются свойства тугоплавких металлов при переходе от IV группы к VI?</p> <p>Какой из тугоплавких металлов, являясь исключением, характеризуется высокой упругостью пара? Как это сказывается на его свойствах?</p> <p>Процессы раскисления и легирования при выплавке стали. Основные раскислители. Продукты раскисления – неметаллические включения. Возможность удаления неметаллических включений из расплава. Уравнение Стокса.</p> <p>Ферросплавы. Порядок ввода различных легирующих элементов в сталь.</p> <p>Основные технологические операции в цехах горячей прокатки. Назначение и краткое описание.</p> <p>Как влияют примеси внедрения на механические свойства металлов V группы? От чего зависит это влияние?</p> <p>Какие требования предъявляются к цирконии по содержанию гафния и почему? (когда предъявляются?)</p> <p>Исходные (сырые) материалы для производства железа, чугуна и стали. Их классификация (обобщенно). Что такое железные руды? Основные типы железных руд.</p> <p>Сущность кислородно-конвертерного процесса. Основной окислитель и источник тепла в конвертерном производстве. Схема кислородного конвертера.</p> <p>Как изменяется температура плавления тугоплавких металлов в пределах периодов и групп? Можно ли по температуре оценить</p>
--	--	---

		<p>качественно силу межатомной связи?  Какие явления и процессы происходят в молибдене при нагреве на воздухе от комнатной температуры до высокой. Как они влияют на свойства?  Основные операции конвертерной плавки. Последовательность окисления разных примесей в процессе конвертерной плавки и шлакообразования. Окончание продувки (при каком содержании углерода в расплаве заканчивают продувку?).  Неметаллические включения (НВ) в стали – определение. Понятие об эндогенных и экзогенных неметаллических включениях. Влияние НВ на свойства стальной продукции.  В чем заключается общность и различие в поведении тугоплавких металлов при их взаимодействии с водородом?  Что подразумевается под технологическими свойствами тугоплавких металлов? От чего они зависят?  Основные этапы получения товарной руды. Восстановление железа. Основные восстановители. Прямое и косвенное восстановление железа. Продукты прямого восстановления железорудных материалов (агломерат, окатыши).  Классификация прокатных станов по назначению. Обозначение станов в зависимости от размеров валков. Преимущества и недостатки непрерывных станов по сравнению с реверсивными. Какова стойкость против окисления у тугоплавких металлов IV и VI групп? От чего она зависит? Дайте объяснения.  Что такое удельная прочность? У каких тугоплавких металлов наибольшая прочность при комнатной температуре, при температурах до 1400°C и выше 1400°C.  Общее представление о доменной печи. Назначение и принцип работы. Профиль доменной печи. Понятие рабочего объема. Понятие электрометаллургии стали. Принципиальные схемы дуговых электропечей. Графитизированные электроды. Электрическая дуга.  Можно ли удалить растворенный кислород и азот из тугоплавких металлов? Дайте объяснения.  Какие тугоплавкие металлы обладают большей пластичностью – монокристаллические или технической чистоты? Почему?  Общее представление о доменном процессе. Состав шихты для получения чугуна. Схема перемещения материалов и газов в доменной печи. Продукты доменной плавки (чугун, шлак, колошниковый газ).  Физические основы процессов ОМД. Понятия упругой и пластической деформации на макроуровне (изменение формы). Характеристики способности металла подвергаться обработке давлением – сопротивление деформации и пластичность. Определения, отличия.  Как взаимодействует титан с кислородом и отражается ли это на свойствах титана?  Что является характеристикой (критериями) жаропрочности тугоплавких металлов? От каких факторов она зависит?  Основные химические реакции в доменной печи.  Изменения структуры и свойств металла при пластической деформации, в том числе процессы упрочнения (наклеп) и разупрочнения (возврат, рекристаллизация). Понятия горячей и холодной деформации. Изменение структуры и свойств металла при холодной пластической деформации и процессе последующего рекристаллизационного отжига.  Как взаимодействуют тугоплавкие металлы V группы с углеродом, и как это сказывается на свойствах металла?  От чего зависят механические свойства циркония и почему?  Классификация дуговых электропечей по вместимости и по сортаменту выпускаемой продукции. Технология выплавки сталей массового назначения в высокомоощных дуговых электропечах.  Основные задачи нагрева под горячую деформацию. Структурные изменения при нагреве. Структурные изменения при горячей деформации. Процессы упрочнения и разупрочнения.  Как взаимодействуют ниобий с кислородом, и как это отражается на свойствах ниобия?  Какими способами можно повысить прочность ванадия? Дайте</p>
--	--	--

			<p>объяснения.</p> <p>Специальные способы электрометаллургии. Основные закономерности плавки в вакууме. Вакуумная индукционная плавка. Сущность электрошлакового переплава.</p> <p>Что такое прокатка и прокатное производство? Определения. Основные задачи. Какие металлы подвергают прокатке? Понятие о геометрическом очаге деформации при прокатке и об основных параметрах прокатки, характеризующих изменение формы (размеров) заготовки.</p> <p>Как взаимодействует вольфрам с примесями внедрения? Дайте оценку влияния примесей внедрения и результатов их взаимодействия на свойства вольфрама.</p> <p>Какая кристаллическая структура у циркония? Как зависят механические свойства циркония от структуры.</p> <p>Понятие ковшовой металлургии (внепечной обработки). Классификация методов ковшовой металлургии (по возможности вакуумирования, по возможности подогрева). Название установок для обработки жидкой стали в ковше. Общее представление о устройстве сталеразливочного ковша.</p> <p>Классификация способов прокатки по</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- направлению обработки (продольная, поперечная, винтовая);</li> <li>- режиму работы стана (непрерывная, реверсивная);</li> <li>- температурному состоянию металла (горячая – металла выше температуры рекристаллизации, холодная - температура полосы ниже температуры рекристаллизации).</li> </ul> <p>Какие существуют методы снижения температуры перехода вольфрама из пластичного состояния в хрупкое? Объясните механизм снижения.</p> <p>Благодаря каким свойствам вольфрам используют в электронной технике?</p>
--	--	--	---

### 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы														
P1	Домашнее задание №1 «Материальный баланс в доменной печи»		<p>Дано:</p> <p>Масса кокса - __ кг  Масса чугуна – __ кг</p> <p>В печь загружаются две гематитовые руды: руда А и руда В:  Руда А – высокое содержание SiO<sub>2</sub>  Руда В – высокое содержание CaO и низкое содержание SiO<sub>2</sub></p> <p>Определить расходные показатели на тонну чугуна:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) вес каждой из руд (кг)</li> <li>b) массу шлака и массу серы (кг)</li> <li>c) объём газов: CO и CO<sub>2</sub></li> </ol>														
P2	Домашнее задание №2 «Расчет термодинамических характеристик диссоциации CO <sub>2</sub> »		<p>Исходные данные:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>t<sub>0</sub>, °C</td> <td>800</td> <td>820</td> <td>840</td> <td>860</td> <td>880</td> <td></td> </tr> <tr> <td>P<sub>(CO<sub>2</sub>)</sub>, °</td> <td></td> <td>0,158</td> <td>0,220</td> <td>0,315</td> <td>0,435</td> <td>0,690</td> </tr> </table> <p>t = t<sub>0</sub> + α · 10  P<sub>(CO<sub>2</sub>)</sub> = P<sub>(CO<sub>2</sub>)</sub> + β · 0,02  α = __; β = __</p> <p>Построить график зависимости t от P<sub>(CO<sub>2</sub>)</sub> и график зависимости 1/T от lg (P<sub>(CO<sub>2</sub>)</sub>).</p> <p>Определить ΔH и ΔS графически и с помощью метода наименьших квадратов.</p>	t <sub>0</sub> , °C	800	820	840	860	880		P <sub>(CO<sub>2</sub>)</sub> , °		0,158	0,220	0,315	0,435	0,690
t <sub>0</sub> , °C	800	820	840	860	880												
P <sub>(CO<sub>2</sub>)</sub> , °		0,158	0,220	0,315	0,435	0,690											
P3	Домашнее задание №3 «Расчет равновесных концентраций компонентов плазмы»		<p>Давление (P) = 1 атм.  T = __ K; газ – __ (N<sub>2</sub>).</p> <p>Построить зависимости f(t) = K<sub>p</sub> и f(1/T) = lg K<sub>p</sub> для реакции диссоциации и ионизации двухатомного газа (N<sub>2</sub>).</p> <p>Определить методом наименьших квадратов коэффициенты A и B в уравнениях зависимостей логарифма константы равновесия от температуры: lg K<sub>p</sub> = A/T + B</p> <p>Определить равновесное парциальное давление атомарного газа и положительных ионов газа при заданных температурах с использованием полученных зависимостей</p>														

Р4	Домашнее задание №4 "Реферат"		<p>Требования к работе:  Оформление текста в соответствии с ГОСТ 7.32  Объем не менее 7 – 8 страниц, размер шрифта 12, интервал 1,5  В содержании требуется описать назначение изделия или материала, требования, которые к ним предъявляются, а так же как можно более полно описать производственную цепочку. В конце указать список информационных источников.  Примеры тем:  Объект исследования  Порошок для 3D печати  Микроцемент  Труба нефтепровода  Углепластик для изготовления крыла самолета  Опорная свая  Армированная шпала  Огнеупорный бетон  Периклазо-углеродистый огнеупор  Алюминиевый радиатор  Полимерный радиатор  Железобетонная панель  Цемент марки М400  Гребной винт  Нанопорошок Fe  Углеродные нанотрубки марки Таунит М  Рельс железнодорожный  Кабель высоковольтный  Буровая коронка  Труба для нефтегазопровода  Болт стальной  Диск автомобильный</p>
----	-------------------------------	--	--

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

По данной дисциплине предусмотрен экзамен

Экзаменационный билет состоит из 4 вопросов. Типовые вопросы приведены в вопросах самоподготовки. Структура экзаменационного билета:

Билет №1

- 1 Общие сведения о железе, основные свойства, аллотропические модификации. Определения и основные свойства чугуна и стали. Их место среди других конструкционных материалов.
- 2 Основные мировые и отечественные производители стали. Современные агрегаты для выплавки стали. Дискретность сталеплавильных процессов (в отличие от доменного процесса, понятие плавки).
- 3 Назовите примеси наиболее сильно влияющие на механические свойства тугоплавких металлов. Как они влияют на механические свойства молибдена?
- 4 Какая кристаллическая структура у металлов IV группы?

Билет №2

- 1 Какие стадии (передель) включает сквозная технология производства стальной продукции? Каковы задачи каждого передель?
- 2 Основные исходные материалы для выплавки стали: железосодержащие, шлакообразующие материалы, легирующие добавки и раскислители.
- 3 Влияет ли рекристаллизационный отжиг тугоплавких металлов технической чистоты на их пластичность? Дайте объяснения.
- 4 Какая кристаллическая структура у металлов V группы?

Билет №3

- 1 Основные реакции сталеплавильных процессов (окисление примесей – углерода, кремния, марганца, фосфора и самого железа).
- 2 Структурная неоднородность литой заготовки. Основные структурные зоны.
- 3 Как можно устранить или ослабить влияние примесей внедрения на механические свойства металлов VI группы? Каков механизм?
- 4 Назовите три тугоплавких металла с металла с максимальной величиной межатомной связи. Как можно ее оценить качественно?

Билет №4

- 1 Химический состав стали. Легирующие и микролегирующие элементы, примеси. Современная международная классификация сталей (по уровню легирования). Обозначение марок сталей в соответствии с российскими стандартами. Какой примерный химический состав имеют стали 30ХГСА, 12Х18Н10Т?
- 2 Шлакообразование в сталеплавильных процессах. Состав и основность шлака. Основные отличия сталеплавильного шлака от доменного. Роль шлака в процессе выплавки стали.
- 3 По каким признакам тугоплавкие металлы относятся к металлам технической чистоты? Как чистота влияет на свойства?

4 Как давление пара тугоплавких металлов связано со скоростью испарения? У какого металла максимальное давление пара, а у какого минимальное?

Билет №5

1 Структура стали (обобщенно – понятие основных фаз (матрицы), неметаллических включений и выделений избыточных фаз, размерные характеристики структуры – размер зерна основных фаз и структурных составляющих, понятие о субмикронных и наноразмерных выделениях избыточных фаз). Понятие о растворах внедрения и замещения.

2 Газы в стали. Растворимость газов в жидкой и твердой стали. Закон Сивертса. Влияние вакуума на содержание газов в стали.

3 Как меняются свойства тугоплавких металлов при переходе от IV группы к VI?

4 Какой из тугоплавких металлов, являясь исключением, характеризуется высокой упругостью пара? Как это сказывается на его свойствах?

Билет №6

1 Процессы раскисления и легирования при выплавке стали. Основные раскислители. Продукты раскисления – неметаллические включения. Возможность удаления неметаллических включений из расплава. Уравнение Стокса. Ферросплавы. Порядок ввода различных легирующих элементов в сталь.

2 Основные технологические операции в цехах горячей прокатки. Назначение и краткое описание.

3 Как влияют примеси внедрения на механические свойства металлов V группы? От чего зависит это влияние?

4 Какие требования предъявляются к цирконию по содержанию гафния и почему? (когда предъявляются?)

Билет №7

1 Исходные (сырые) материалы для производства железа, чугуна и стали. Их классификация (обобщенно). Что такое железные руды? Основные типы железных руд.

2 Сущность кислородно-конвертерного процесса. Основной окислитель и источник тепла в конвертерном производстве. Схема кислородного конвертера.

3 Как изменяется температура плавления тугоплавких металлов в пределах периодов и групп? Можно ли по температуре оценить качественно силу межатомной связи?

4 Какие явления и процессы происходят в молибдене при нагреве на воздухе от комнатной температуры до высокой. Как они влияют на свойства?

Билет №8

1 Основные операции конвертерной плавки. Последовательность окисления разных примесей в процессе конвертерной плавки и шлакообразования. Окончание продувки (при каком содержании углерода в расплаве заканчивают продувку?).

2 Неметаллические включения (НВ) в стали – определение. Понятие об эндогенных и экзогенных неметаллических включениях. Влияние НВ на свойства стальной продукции.

3 В чем заключается общность и различие в поведении тугоплавких металлов при их взаимодействии с водородом?

4 Что подразумевается под технологическими свойствами тугоплавких металлов? От чего они зависят?

Билет №9

1 Основные этапы получения товарной руды. Восстановление железа. Основные восстановители. Прямое и косвенное восстановление железа. Продукты прямого восстановления железорудных материалов (агломерат, окатыши).

2 Классификация прокатных станов по назначению. Обозначение станов в зависимости от размеров валков. Преимущества и недостатки непрерывных станов по сравнению с реверсивными.

3 Какова стойкость против окисления у тугоплавких металлов IV и VI групп? От чего она зависит? Дайте объяснения.

4 Что такое удельная прочность? У каких тугоплавких металлов наибольшая прочность при комнатной температуре, при температурах до 1400°C и выше 1400°C.

Билет №10

1 Общее представление о доменной печи. Назначение и принцип работы. Профиль доменной печи. Понятие рабочего объема.

2 Понятие электрометаллургии стали. Принципиальные схемы дуговых электропечей. Графитизированные электроды. Электрическая дуга.

3 Можно ли удалить растворенный кислород и азот из тугоплавких металлов? Дайте объяснения.

4 Какие тугоплавкие металлы обладают большей пластичностью – монокристаллические или технической чистоты? Почему?

Билет №11

1 Общее представление о доменном процессе. Состав шихты для получения чугуна. Схема перемещения материалов и газов в доменной печи. Продукты доменной плавки (чугун, шлак, колошниковый газ).

2 Физические основы процессов ОМД. Понятия упругой и пластической деформации на макроуровне (изменение формы). Характеристики способности металла подвергаться обработке давлением – сопротивление деформации и пластичность. Определения, отличия.

3 Как взаимодействует титан с кислородом и отражается ли это на свойствах титана?

4 Что является характеристикой (критериями) жаропрочности тугоплавких металлов? От каких факторов она зависит?

Билет №12

1 Основные химические реакции в доменной печи.

2 Изменения структуры и свойств металла при пластической деформации, в том числе процессы упрочнения (наклеп) и разупрочнения (возврат, рекристаллизация). Понятия горячей и холодной деформации. Изменение структуры и свойств металла при холодной пластической деформации и процессе последующего рекристаллизационного отжига.

3 Как взаимодействуют тугоплавкие металлы V группы с углеродом, и как это сказывается на свойствах металла?

4 От чего зависят механические свойства циркония и почему?

Билет №13

1 Классификация дуговых электропечей по вместимости и по сортаменту выпускаемой продукции. Технология выплавки

сталей массового назначения в высокоомощных дуговых электропечах.

2 Основные задачи нагрева под горячую деформацию. Структурные изменения при нагреве. Структурные изменения при горячей деформации. Процессы упрочнения и разупрочнения.

3 Как взаимодействуют ниобий с кислородом, и как это отражается на свойствах ниобия?

4 Какими способами можно повысить прочность ванадия? Дайте объяснения.

Билет №14

1 Специальные способы электрометаллургии. Основные закономерности плавки в вакууме. Вакуумная индукционная плавка. Сущность электрошлакового переплава.

2 Что такое прокатка и прокатное производство? Определения. Основные задачи. Какие металлы подвергают прокатке?

Понятие о геометрическом очаге деформации при прокатке и об основных параметрах прокатки, характеризующих изменение формы (размеров) заготовки.

3 Как взаимодействует вольфрам с примесями внедрения? Дайте оценку влияния примесей внедрения и результатов их взаимодействия на свойства вольфрама.

4 Какая кристаллическая структура у циркония? Как зависят механические свойства циркония от структуры.

Билет №15

1 Понятие ковшовой металлургии (внепечной обработки). Классификация методов ковшовой металлургии (по возможности вакуумирования, по возможности подогрева). Название установок для обработки жидкой стали в ковше.

Общее представление о устройстве сталеразливочного ковша.

2 Классификация способов прокатки по

- направлению обработки (продольная, поперечная, винтовая);

- режиму работы стана (непрерывная, реверсивная);

- температурному состоянию металла (горячая – металла выше температуры рекристаллизации, холодная - температура полосы ниже температуры рекристаллизации).

3 Какие существуют методы снижения температуры перехода вольфрама из пластичного состояния в хрупкое? Объясните механизм снижения.

4 Благодаря каким свойствам вольфрам используют в электронной технике?

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

Для оценивания уровня освоения материала по дисциплине используется следующая шкала оценок:

«Отлично» – студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала;

«Хорошо» – студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал;

«Удовлетворительно» – студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

«Неудовлетворительно» – студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Солнцев Ю. П., Борзенко Е. И., Вологжанина С. А.	Материаловедение: применение и выбор материалов: учебное пособие	Электронная библиотека	Санкт-Петербург: Химиздат, 2020
Л1.2	Бойченко М. С.	Непрерывная разливка стали	Электронная библиотека	Москва: Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, 1957
Л1.3	Горенский Б. М., Кирякова О. В., Ченцов С. В.	Информационные технологии в цветной металлургии: учебное пособие	Электронная библиотека	Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 2012
Л1.4	Килимник А. Б., Кондракова Е. Ю., Гладышева И. В., Острожкова Е. Ю.	Физическая химия: лабораторный практикум: практикум	Электронная библиотека	Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2012

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.5	Крашенинникова Н. Г., Алибеков С. Я., Фетисов Г. П.	Основы технологии порошковой металлургии: учебное пособие	Электронная библиотека	Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2016
Л1.6	Диомидовский Д. А.	Металлургические печи цветной металлургии: учеб. пособие для студ. спец. 'Металлургия цветных металлов'	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1970
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	Тутаева А. Н., Хелмицкий Н. Н., Осташкова И. В., Русихина Л. П.	Окислительно-восстановительные реакции: учеб. пособие по дисц. "Химия" для самост. работы студ. всех спец.	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГГУ, 2010
Л1.9	Сорокин Л. А.	Работа конструкций доменных печей	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1976
Л1.10	Курунов И. Ф., Савчук Н. А.	Состояние и перспективы бездоменной металлургии железа	Библиотека МИСиС	М.: Черметинформация, 2002
Л1.11	Арсентьев П. П., Яковлев В. В., Крашенинников М. Г., др.	Физико-химические методы исследования металлургических процессов: Учебник для студ. металлург. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1988
Л1.12	Андреев Лев Алексеевич, Астахов Михаил Васильевич, Бокштейн Борис Самуилович, др., Астахов Михаил Васильевич	Физическая химия: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150100 - Металлургия	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2011
Л1.13	Бокштейн Б. С., Менделев М. И., Похвиснев Ю. В.	Физическая химия: термодинамика и кинетика: учебник	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2012
Л1.14	Юсфин Юлиан Семенович, Пашков Николай Фомич, Трофимов В. П., Юсфин Юлиан Семенович	Внедоменное получение железа: учеб. пособие для практ. занятий для студ. спец. 1101	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1988
Л1.15	Челноков Валентин Сергеевич, Блинков Игорь Викторович, Аникин Вячеслав Николаевич, Волхонский Алексей Олегович	Тугоплавкие металлы. Применение и свойства тугоплавких металлов: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150700 - Физическое материаловедение	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2011
Л1.16	Челноков Валентин Сергеевич, Блинков Игорь Викторович, Аникин Вячеслав Николаевич, др.	Получение соединений тугоплавких металлов: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.17	Челноков Валентин Сергеевич, Блинков Игорь Викторович, Аникин Вячеслав Николаевич, др.	Процессы получения и обработки материалов. Получение тугоплавких металлов из соединений (N 2547): учебное пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2017
Л1.18	Лобанова Вера Геннадьевна, Поливанская Валерия Владимировна	Химия. Окислительно-восстановительные реакции комплексных и органических соединений (N 3007): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2018

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Серов Геннадий Владимирович, Сидорова Елена Николаевна	Физические основы производства. Термодинамические расчеты высокотемпературных систем и процессов, фазовые превращения: практикум	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2016

### 6.3 Перечень программного обеспечения

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

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Лекционные занятия направлены на изучение студентами основ металлургического производства, технологии процесса. Практические занятия направлены на закрепление полученных знаний и расширение списка изучаемых вопросов. Дисциплина относится к точным наукам и требует проведения самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством проведения контрольных работ.