

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

ОДОБРЕНО  
УМС ИЯФИТ Протокол №01/08/24-573.1 от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
ФИЗИКО-ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 22.03.01 Материаловедение и технологии  
материалов

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
5	3	108	32	16	16		17	0	Э
Итого	3	108	32	16	16	8	17	0	

## **АННОТАЦИЯ**

Учебная дисциплина содержит основы теоретико-методологических знаний в области физико-химии технологии получения и обработки материалов, непосредственно связанные с реакторными материалами, основы теории и технологии обработки материалов, применяемых в новой технике, в том числе быстрозакаленных сплавов, разработки и совершенствования современных и перспективных материалов.

### **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целями освоения учебной дисциплины являются формирование у будущих специалистов теоретико-методологических знаний в области физико-химии и технологии получения и обработки материалов, непосредственно связанных с реакторными материалами, в области основ теории и технологии обработки материалов, применяемых в новой технике, в том числе быстрозакаленных сплавов, разработки и совершенствования современных и перспективных материалов на основе учета закономерностей формирования структурно-фазового состояния сплавов.

### **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО**

Предшествующими для изучения данной дисциплины являются следующие: общие математические и естественно-научные дисциплины (математика, физика, химия, теоретическая физика).

Общепрофессиональные дисциплины: Начертательная геометрия. Инженерная графика. Механика: Сопротивление материалов, Основы конструирования приборов и установок. Электротехника и электроника. Метрология, стандартизация и сертификация. Фазовые равновесия и структурообразование. Кристаллография, рентгенография и микроскопия. Физические свойства твердых тел.

Специальные дисциплины: Методы физико-химических исследований. Теория гомогенных и гетерогенных процессов. Коррозия и защита металлов. Физико-химия неорганических материалов. Процессы получения и обработки материалов. Физика прочности и механические свойства материалов.

Дисциплина является основой для освоения дисциплин специализаций: Структура и свойства наноматериалов и сложных соединений. Радиационно-стимулированные процессы в твердых телах. Физические основы компьютерного проектирования материалов. Спец. вопросы материаловедения. Конструкционные материалы ядерных реакторов. Материаловедение сверхпроводников. Методы исследования реакторных материалов. Высокотемпературное ядерное топливо. Материаловедение космических ЯЭУ. Методы неразрушающего контроля материалов. Технологии высокотемпературных материалов.

Знание содержания дисциплины необходимо при выполнении работ по курсовому и дипломному проектированию, НИРС, а также при практической работе выпускников по специальности.

Данная дисциплина является базой для изучения ряда специальных дисциплин: «Физическое материаловедение», «Функциональные и конструкционные материалы», «Совместимость и коррозия», «Реакторные материалы», «Методы исследования реакторных материалов», «Наноматериалы и нанотехнологии».

Знание ее содержания необходимо при выполнении работ по курсовому и дипломному проектированию, НИРС, а также при практической работе выпускников по специальности.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
сбор данных о существующих типах и марках материалов, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников	основные типы современных конструкционных и функциональных неорганических (металлических и неметаллических) и органических (полимерных и углеродных) материалов, композитов и гибридных материалов, сверхтвердых материалов, интеллектуальных и наноматериалов, пленок и покрытий	ПК-1.2 [1] - способен применять знания об основных типах современных материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-1.2[1] - знать основные типы современных материалов, а также подходы к выбору материалов для заданных условий эксплуатации; У-ПК-1.2[1] - уметь выбрать материал для заданных условий эксплуатации; В-ПК-1.2[1] - владеть основными подходами при выборе материалов для заданных условий эксплуатации
участие в работе группы специалистов при выполнении экспериментов и обработке их результатов по созданию,	методы и средства испытаний и диагностики, исследования и контроля качества материалов, пленок и покрытий,	ПК-1 [1] - способен использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств	З-ПК-1[1] - знать основные методы исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физических и

<p>исследованию и выбору материалов, оценке их технологических и служебных качеств путем комплексного анализа их структуры и свойств, физико-механических, коррозионных и других испытаний</p>	<p>полуфабрикатов, заготовок, деталей и изделий, все виды исследовательского, контрольного и испытательного оборудования, аналитической аппаратуры, компьютерное программное обеспечение для обработки результатов и анализа полученных данных, моделирования поведения материалов, оценки и прогнозирования их эксплуатационных характеристик</p>	<p>материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации; ; У-ПК-1[1] - уметь использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации; ; В-ПК-1[1] - владеть навыками исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации.</p>
<p>сбор данных о существующих типах и марках материалов, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников</p>	<p>основные типы современных конструкционных и функциональных неорганических (металлических и неметаллических) и органических (полимерных и углеродных) материалов, композитов и гибридных материалов,</p>	<p>ПК-2 [1] - способен использовать на практике современные представления о влиянии структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-2[1] - знать основные представления о структуре материалов и влиянии структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями; ; У-ПК-2[1] - уметь анализировать</p>

	сверхтвердых материалов, интеллектуальных и наноматериалов, пленок и покрытий		<p>влияние структуры материалов на их свойства, а также ее эволюцию при взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями; ;</p> <p>В-ПК-2[1] - владеть практическими навыками анализа эволюции структурно-фазового состояния материалов при взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями и влияния этой эволюции на свойства материалов.</p>
--	---	--	--

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-</p>

		исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с

		экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.
--	--	--

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>5 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	16/8/8		25	КИ-8	3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2
2	Часть 2	9-16	16/8/8		25	КИ-16	3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2
	<i>Итого за 5 Семестр</i>		32/16/16		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 5 Семестр</b>				50	Э	3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>5 Семестр</i>	32	16	16
<b>1-8</b>	<b>Часть 1</b>	16	8	8
1 - 2	<b>Тема 1</b> Введение.	Всего аудиторных часов		
		4	2	2
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	<b>Тема 2</b> Общие схемы получения материалов	Всего аудиторных часов		
		4	2	2
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	<b>Тема 3</b> Основные этапы получения металлов.	Всего аудиторных часов		
		4	2	2
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	<b>Тема 4</b> Извлечение, разделение и очистка металлов.	Всего аудиторных часов		
		4	2	2
		Онлайн		
		0	0	0
<b>9-16</b>	<b>Часть 2</b>	16	8	8
9 - 10	<b>Тема 5</b> Методы получения заготовок и изделий.	Всего аудиторных часов		
		4	2	2
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	<b>Тема 6</b> Синтез материалов путем смешивания веществ.	Всего аудиторных часов		
		4	2	2
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 16	<b>Тема 7</b> Модифицирование поверхности материалов.	Всего аудиторных часов		
		8	4	4
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс



ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины используются различные образовательные технологии – во время аудиторных занятий используются технические средства обучения (компьютерный проектор).

Самостоятельная работа студентов подразумевает проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы для подготовки к коллоквиумам, сдачи практических заданий и экзамена.

В процессе освоения дисциплины используются активная и интерактивная формы обучения. Активная форма обучения заключается в обсуждении на семинарских занятиях в соответствии с планом семинаров, в процессе чего происходит непосредственное общение преподавателя со студентами. Интерактивная форма обучения заключается в выступлениях студентов с презентациями (в Microsoft PowerPoint), с использованием проектора перед аудиторией по темам домашнего задания в соответствии с заданием для самостоятельной работы.

Для контроля усвоения студентом разделов данного курса используются тестовые технологии, ответы на которые позволяют судить об усвоении студентом данного курса. Усвоение студентами материала курса контролируется написанием коллоквиума. Самостоятельная работа студентов подразумевает проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы для подготовки рефератов, подготовки к тест-контролю и экзамену.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-1	З-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-1.2	З-ПК-1.2	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1.2	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1.2	Э, КИ-8, КИ-16

ПК-2	3-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-16

### Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 669 Ш95 Получение и обработка металлов и соединений : учебно-методическое пособие, Шульга А.В., Москва: НИЯУ МИФИ, 2011
2. ЭИ Ф50 Физическое материаловедение Т.2 Основы материаловедения, : МИФИ, 2007
3. ЭИ Ф50 Физическое материаловедение Т.5 Материалы с заданными свойствами, : МИФИ, 2008

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

В качестве промежуточной оценки успеваемости студентов используются коллоквиумы. Студент в течение 40 минут готовит письменный ответ на два вопроса, получаемых от преподавателя. Преподаватель оценивает каждый вопрос по пятибальной шкале.

Оценка неудовлетворительно ставится, если студент не смог продемонстрировать ключевые знания и навыки по данной дисциплине.

Оценка удовлетворительно ставится, если студент продемонстрировал ключевые знания и навыки, но не смог продемонстрировать углубленное понимание взаимосвязей между основными понятиями по данной дисциплине, что может выражаться в неуверенном ответе на вопросы преподавателя.

Оценка хорошо ставится, если студент продемонстрировал ключевые знания и навыки, продемонстрировал углубленное понимание взаимосвязей между основными понятиями дисциплины, что может выражаться в уверенном ответе на вопросы преподавателя, но не смог сразу разъяснить особенности взаимосвязи между изучаемыми в данной дисциплине законами.

Оценка отлично ставится, если студент продемонстрировал ключевые знания и навыки, продемонстрировал углубленное понимание взаимосвязей между основными понятиями и смог разъяснить особенности взаимосвязи между изучаемыми в данной дисциплине законами, что может выражаться в уверенных ответах на дополнительные вопросы преподавателя.

Важной частью изучения материала по учебной дисциплине является подготовка студентами рефератов практически по каждой теме, рассчитанная на выявление и развитие творческих способностей студентов.

Методическая литература, а именно: Программа учебной дисциплины с вопросами на коллоквиумы, календарный план доступны студентам в электронном виде в кафедральном ВЦ. В библиотеке НИЯУ МИФИ имеются все тома учебника «Физическое материаловедение» и учебник для вузов «Металловедение и технология быстрозакаленных сплавов» в 2 кн./О.Х. Фаткуллин, Г.Б. Строганов, А.А. Ильин, А.В. Шульга, В.Н. Мартынов. – Кн. 1. – М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2009. – 364 с.; Кн. 2. – М.: Изд-во МАИ, 2009. – 416 с. Учебное пособие «Получение и обработка металлов и соединений» А.В. Шульга М.: МИФИ, 2011. 64с. Учебное пособие «Вакуумная индукционная плавка» А.В. Шульга М.: МИФИ, 2010. 68с.

Для лучшего усвоения учебного материала студентам рекомендуется обратить внимание на следующие вопросы:

При изучении общих схем получения материалов, первичной обработки руды следует обратить внимание на:

материалы, используемые в технике. основные критерии классификации (по типу химической связи, по структуре, по назначению,

основные этапы получения чистых металлов, первичная обработка руды, основные виды руд, минералов (оксидные, силикатные, алюмосиликатные и т.д.), кондиции на руды. обогащение руды, методы и оборудование,

вскрытие концентрата, очистка веществ. восстановление соединений до элементов, рафинирование веществ,

обработка руды перед обогащением, дробление, измельчение, оборудование для дробления, измельчения, грохочения и классификации,

обогащение, степень обогащения, методы и оборудование.

При изучении извлечения, разделения и очистки металлов следует обратить внимание на вопросы:

классификация методов вскрытия минералов, классификация основных видов металлургических процессов,

гидрометаллургические и пирометаллургические методы,

основные пирометаллургические методы: обжиг, плавка, конвертирование, рафинирование, дистилляция,

применение обжига, плавки, конвертирования,

доменная выплавка чугуна, основные стадии восстановления железа и его науглероживания с образованием чугуна,

доменный шлак – состав, основные функции,

обжиг, плавка на штейн при производстве меди, никеля,

состав и свойства штейна и шлака,

плавка на шлак и электромагнитное обогащение при получении титана,

состав и свойства шлака, как основного продукта,

конвертирование при производстве стали, меди, никеля.

При изучении вскрытия минералов хлорированием, фторированием, сульфатацией, вскрытия щелочью, спеканием с известью следует обратить внимание на:

физико-химические основы методов,

пиromеталлургические и гидрометаллургические варианты,  
селективная конденсация и очистка хлоридов, фторидов,  
выщелачивание сульфатизированного спека,  
отстаивание, фильтрование, осаждение.

При изучении физико-химических основ ионообменной сорбции следует обратить внимание на следующие вопросы:

природа ионообменных смол, особенности формирования структуры, активная функциональная группа,

фиксированные ионы и противоионы, катиониты, аниониты,  
примеры ионообменных смол, применяемых в металлургии урана,  
кинетика ионного обмена, гелевая и пленочная,  
диффузионная подвижность ионов,  
полная, динамическая, рабочая емкость,  
особенности работы ионообменного оборудования

При изучении физико-химических основ процесса экстракции следует обратить внимание на следующие темы:

правило фаз Гиббса при экстракционном равновесии,  
изотерма экстракции, коэффициент распределения,  
извлечение, коэффициент извлечения,  
критерии выбора экстрагента для переработки урансодержащих растворов,  
примеры экстрагентов,  
принципиальная схема экстракции,  
механизм действия нейтральных и основных экстрагентов,  
сольватация и ионный обмен. высаливатели, их роль в процессе экстракции,  
кинетика экстракции,  
особенности экстракционного оборудования.

При изучении химических транспортных реакций (ХТР) следует обратить внимание на следующие темы:

термодинамика обратимой химической реакции металлов IV, V, VI групп с галогенсодержащей газовой фазой,  
зоны синтеза, осаждения,  
критерии разделения и очистки металлов методами, использующими ХТР,  
кинетика процесса, основные параметры, определяющие оптимальные условия процесса,  
на примере иодидного рафинирования циркония.

При изучении металлотермии следует обратить внимание на следующие вопросы:

восстановление металлов из соединений: оксидов, хлоридов, фторидов,  
термодинамические условия восстановления,  
критерии выбора металла-восстановителя,  
определение оптимальной температуры,  
термичность реакции восстановления,  
классификация металлотермических способов,  
применение вакуума и инертной атмосферы в процессе металлотермии,

примеры промышленного применения металлотермии.

При изучении электролиза растворов и расплавов солей следует обратить внимание на следующие темы:

электрохимические основы электролиза металлов из растворов и расплавов солей,  
равновесный потенциал электрода, напряжение разложения,  
поляризация при электролизе, виды поляризации,  
электрический баланс электролизера,  
свойства электролита: электропроводность, вязкость, плотность, поверхностное натяжение – влияние добавок и температуры,  
промышленное оборудование электролиза,  
примеры применения электролиза.

При изучении рафинирования металлов следует обратить внимание на следующие темы:  
электролитическое рафинирование металлов,  
особенности электролитического оборудования и его эксплуатации при электролизе металлов,  
переплавка с флюсами,  
электрошлаковый переплав стали.

При изучении перегонки металлов в вакууме следует обратить внимание на следующие темы:  
условия разделения металлов при испарении и конденсации,  
ректификация,  
оборудование для ректификации.

При изучении получения заготовок и изделий (плавка металлов и сплавов) следует обратить внимание на следующие вопросы:  
плавка металлов и сплавов индукционным, электродуговым, электроннолучевым, радиационным, нагревом,  
плавка нагревом прямым пропусканием электрического тока,  
рафинирование при плавке,  
зонная и электрошлаковая плавка.

При изучении обработки металлов давлением следует обратить внимание на следующие темы:  
общая схема технологии прокатного производства,  
основные виды прокатки и продукции проката,  
оборудование прокатных цехов,  
производство сварных и бесшовных труб,  
технология кузнечно-прессового производства,  
ковка, штамповка, прессование – основные характеристики, виды операций, оборудование,  
влияниековки и штамповки на строение и физико-механические свойства материала изделия.

При изучении технологии порошковой металлургии следует обратить внимание на следующие темы:

- получение порошков металлов и сплавов,
- основные свойства порошков,
- методы и техника получения металлических порошков. легирование порошковых материалов,
- получение быстрозакаленных порошков (гранул, ПЧФ),
- подготовка порошков к формованию,
- отжиг и термопластическая обработка порошков,
- фракционирование порошков.

При изучении методов формования порошковых материалов следует обратить внимание на следующие вопросы:

- прессование порошков: в пресс-форме - одно- и двухстороннее,
- изостатическое прессование: гидро- и газостатическое,
- динамическое (импульсное) формование порошков: взрывное, электроимпульсное и др.,
- шликерное литье,
- экструзия (мундштучное формование),
- прокатка порошков,
- вибрационное уплотнение.

При изучении спекания порошковых прессовок следует обратить внимание на следующие темы:

- механизмы массопереноса
- спекание сформованных брикетов,
- твердофазное и жидкофазное спекание порошковых прессовок,

При изучении модифицирования поверхности материалов следует обратить внимание на следующие темы:

- цели модифицирования поверхности,
- основные направления модифицирования металлов,
- технологии нанесения покрытий и пленок,
- технологии изменения приповерхностного слоя материала,
- методы изменения элементного и фазового состава приповерхностного слоя,
- термическая и химико-термическая модификация,
- электролитическое насыщение поверхностных слоев,
- химическое и электрохимическое осаждение,
- диффузионное насыщение.
- радиационно-пучковые технологии модифицирования материалов (РТММ).
- общее представление об ионно-плазменных видах обработки поверхности, импульсное модифицирование поверхности.

## **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

Учебная дисциплина содержит 6 разделов.

Для материала по разделам 1-3 следует использовать: главу 18 в т.5 Учебника «Физическое материаловедение» в 6 т./ Под общей ред. Б.А. Калина. - М.: МИФИ, 2008;

Металлургия черных и цветных металлов Учебник для вузов -М., Metallurgia, 1993, 447; с.; А.Н. Зеликман Metallurgia тугоплавких редких металлов М., Metallurgia, 1986, 440 с., Шульга А.В. Получение и обработка металлов и соединений. Учебное пособие. М.: МИФИ, 2011. 68с.

Для материала по разделам 4-6 следует использовать: главу 18 в т.5 Учебника «Физическое материаловедение» в 6 т./ Под общей ред. Б.А. Калина. - М.: МИФИ, 2008;

Металловедение и технология быстрозакаленных сплавов: Учебник для вузов: в 2 кн./О.Х. Фаткуллин, Г.Б. Строганов, А.А. Ильин, А.В. Шульга, В.Н. Мартынов. – Кн. 1. – М.: Изд-во МАИ, 2007. – 364 с.; Кн. 2. – М.: Изд-во МАИ, 2007. – 416 с.

Шульга А.В. Получение и обработка металлов и соединений. Учебное пособие. М.: МИФИ, 2011. 68с.

Шульга А.В. Вакуумная индукционная плавка. Учебное пособие. М.: МИФИ, 2010. 64с.

Шульга А.В. Основы металловедения быстрозакаленных сплавов. Учебное пособие. М.: МИФИ, 2005. 68с.

Автор(ы):

Шульга Андрей Васильевич, к.т.н., с.н.с.