

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

ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ (PHYSICAL MATERIALS SCIENCE)

Направление подготовки [1] 22.03.01 Материаловедение и технологии
(специальность) материалов

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практических подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
8	2	72	12	44	0	16	0	3 КП	
Итого	2	72	12	44	0	0	16	0	

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены физические и физико-химические основы создания материалов с заданным комплексом свойств с учетом требований к свойствам и этапов формирования структурно-фазового состояния на стадиях получения расплава, затвердевания и термомеханической обработки, а также принципы стабилизации структурно-фазовых состояний с избыточной свободной энергией (химической, деформационной и поверхностной). Учебная дисциплина состоит из 3-х модулей лекционного цикла и двух лабораторных работ. В процессе самостоятельной работы студенты выполняют курсовой проект. Промежуточный контроль знаний в конце каждого модуля осуществляется в форме письменных контрольных работ.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины состоит в том, чтобы ввести студентов в круг понятий, представлений и моделей, используемых в задачах реакторного материаловедения, подготовить их к созданию материалов с заданным комплексом свойств с учетом формирования структурно-фазового состояния на стадиях получения расплава, затвердевания и термомеханической обработки.

Задачи дисциплины:

- Изучение физико-химических основ создания материалов с заданными свойствами.
- Изучение основных понятий и определений о высокочистых веществах и материалах.
- Изучение основных закономерностей жидкого состояния, затвердевания металлов, сплавов, соединений и смесей компонентов, адсорбции примесей и ее влияние на свойства твердого тела.
- Изучение основных понятий и моделей для аморфных металлических сплавов и наноструктурных материалов.
- Изучение физико-химических основ стабилизации структурно-фазового состояния материалов.
- Формирование способности у студента применять понятия, представления и модели, изучаемые в дисциплине, к решению практических задач разработки новых видов ядерного топлива, конструкционных и функциональных материалов.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения дисциплин основной образовательной программы: "Математика: математический анализ, векторный и тензорный анализ, интегральные уравнения", «Математика: аналитическая геометрия, линейная алгебра, теория вероятностей и математическая статистика», «Математика: обыкновенные дифференциальные уравнения, теория функций комплексного переменного», «Физика: механика, молекулярная физика и основы статистической термодинамики, электричество и магнетизм», «Квантовая механика и статистическая физика», «Химия элементов и соединений», «Ядерная физика и реакторы», «Физика газов, жидкостей и конденсированного состояния», «Строение вещества и динамика молекул».

Данная дисциплина является базой для изучения специальных дисциплин «Основы материаловедения», «Основы разработки ядерного топлива», «Конструкционные материалы

ЯЭУ». 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			
участие в работе группы специалистов при выполнении экспериментов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору материалов, оценке их технологических и служебных качеств путем комплексного анализа их структуры и свойств, физико-механических, коррозионных и других испытаний	методы и средства испытаний и диагностики, исследования и контроля качества материалов, пленок и покрытий, 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	ПК-1.1 [1] - способен применять профессиональные знания для участия в разработке новых конструкционных и функциональных материалов, полуфабрикатов и изделий с заданным уровнем свойств и структурных характеристик <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-1.1[1] - Знать основы теоретической физики твердого тела, физики конденсированного состояния и физического материаловедения; У-ПК-1.1[1] - уметь анализировать теоретические и экспериментальные данные для разработки новых конструкционных и функциональных материалов с заданным уровнем свойств и структурных характеристик; В-ПК-1.1[1] - владеть навыками разработки новых конструкционных и функциональных материалов с заданным структурно-фазовым

			состоянием и комплексом свойств
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
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-2 [1] - способен использовать на практике современные представления о влиянии структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	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 влияние структуры материалов на их свойства, а также ее эволюцию при взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями; 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.
--	--	--	--

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)	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. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-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	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое

	профессиональные решения (B18)	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 открытых 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/ Практ. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>8 Семестр</i>						
1	Раздел 1	1-4	4/16/0		14	КИ-4	3-ПК-1.1, У-ПК-1.1, В-ПК-1.1, 3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2
2	Раздел 2	5-10	4/16/0		12	КИ-10	3-ПК-1.1, У-ПК-1.1, В-ПК-1.1, 3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2
3	Раздел 3	11- 15	4/12/0		38	Кл-15	3-ПК-1.1, У-ПК-1.1, В-ПК-1.1, 3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2
	<i>Итого за 8 Семестр</i>		12/44/0		64		
	Контрольные мероприятия за 8 Семестр				36	КП, Э	3-ПК-1.1, У-ПК-1.1, В-ПК-1.1, 3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-1.1, У-ПК-1.1, В-ПК-1.1, 3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2,

							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
Кл	Коллоквиум
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет
КП	Курсовой проект

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	8 Семестр	12	44	0
1-4	Раздел 1	4	16	0
1	Тема 1.1 Структурно-фазовое состояние материалов.	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	6 0	0
2 - 3	Тема 1.2 Физико-химические основы создания материалов с заданными свойствами	Всего аудиторных часов 2 Онлайн 0	6 0	0
4	Тема 1.3 Высокочистые вещества и материалы.	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	4 0	0
5-10	Раздел 2	4	16	0
5 - 6	Тема 2.1 Расплавы металлов и сплавов, жидкое состояние	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	6 0	0
7 - 8	Тема 2.2 Затвердевание металлов, сплавов, соединений и смесей компонентов.	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	6 0	0
9 - 10	Тема 2.3 Адсорбция примесей и ее влияние на свойства твердого тела	Всего аудиторных часов 2 Онлайн 0	4 0	0
11-15	Раздел 3	4	12	0
11 - 12	Тема 3.1 Аморфные металлические сплавы (АМС)	Всего аудиторных часов 2	6	0

		Онлайн		
		0	0	0
13 - 14	Тема 3.2 Наноструктурные материалы	Всего аудиторных часов		
		1	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	Тема 3.3 Стабилизация структурно-фазового состояния материалов	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		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 данной дисциплины используются различные образовательные технологии – во время аудиторных занятий занятия проводятся в форме лекций и практических (семинарских) занятий с компьютерной презентацией учебного материала. Для контроля усвоения студентом разделов данного курса используются коллоквиумы, студенты выполняют курсовой проект. Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы для подготовки к коллоквиумам и выполнения курсового проекта.

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-1.1	З-ПК-1.1	КП, Э, КИ-4, КИ-10, Кл-15
	У-ПК-1.1	КП, Э, КИ-4, КИ-10, Кл-15
	В-ПК-1.1	КП, Э, КИ-4, КИ-10, Кл-15
ПК-1.2	З-ПК-1.2	КП, Э, КИ-4, КИ-10, Кл-15
	У-ПК-1.2	КП, Э, КИ-4, КИ-10, Кл-15

	В-ПК-1.2	КП, Э, КИ-4, КИ-10, Кл-15
ПК-2	З-ПК-2	КП, Э, КИ-4, КИ-10, Кл-15
	У-ПК-2	КП, Э, КИ-4, КИ-10, Кл-15
	В-ПК-2	КП, Э, КИ-4, КИ-10, Кл-15

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		B	
75-84		C	
70-74	4 – «хорошо»	D	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
65-69			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	3 – «удовлетворительно»	E	
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. ЭИ И39 Изучение фазовых превращений в аморфных материалах методом ДСК : лабораторный практикум: учебное пособие для вузов, Севрюков О.Н. [и др.], Москва: МИФИ, 2008
2. 669 М54 Металловедение и технология быстрозакаленных сплавов Кн.1 , , : МАИ, 2007
3. 620 К17 Методические рекомендации к выполнению курсового проекта по учебной дисциплине "Физическое материаловедение" : , Чернов И.И., Калин Б.А., Москва: МИФИ, 2009
4. ЭИ К17 Методические рекомендации к выполнению курсового проекта по учебной дисциплине "Физическое материаловедение" : , Чернов И.И., Калин Б.А., Москва: МИФИ, 2009
5. 620 Ф50 Физическое материаловедение Т.2 Основы материаловедения, , Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
6. 620 Ф50 Физическое материаловедение Т.5 Материалы с заданными свойствами, , Москва: НИЯУ МИФИ, 2012

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.039 И39 Изучение фазовых превращений в аморфных материалах методом ДСК : лабораторный практикум: учебное пособие для вузов, Севрюков О.Н. [и др.], Москва: МИФИ, 2008
2. 669 М54 Металловедение и технология быстрозакаленных сплавов Кн.1 , , Москва: МАИ-Принт, 2009
3. 669 М54 Металловедение и технология быстрозакаленных сплавов Кн.2 , , Москва: МАИ-Принт, 2009
4. 620 К17 Физическое материаловедение Модуль 1 Физико-химические основы выбора и разработки материалов, , М.: МИФИ, 2002
5. 620 К17 Физическое материаловедение Модуль 2 Структура материалов. Закономерности формирования структуры из расплава, Калин Б.А., М.: МИФИ, 2004
6. 620 Л97 Физическое материаловедение Модуль 3 Аморфные и нанокристаллические сплавы. Стабилизация структурно-фазового состояния, Лякишев Н.П., : МИФИ, 2006
7. ЭИ Ф50 Физическое материаловедение Т.2 Основы материаловедения, , : МИФИ, 2007
8. ЭИ Ф50 Физическое материаловедение Т.5 Материалы с заданными свойствами, , : МИФИ, 2008
9. 621.7 Г83 Электроимпульсная технология формирования материалов из порошков : учебное пособие для вузов, Григорьев Е.Г., Калин Б.А., Москва: МИФИ, 2008

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

Учебная дисциплина содержит три модуля. Каждый модуль завершается контрольным мероприятием в виде письменного коллоквиума.

В программе дисциплины предусмотрены следующие формы занятий:

- 1.Лекции
- 2.Семинары
- 3.Лабораторные работы:

-модуль 2. Лабораторная работа 1: Изучение общих закономерностей кристаллизации металлов.

-модуль 3. Лабораторная работа 2: Получение и свойства аморфных металлических сплавов.

Важной частью изучения материала по учебной дисциплине является выполнение курсовой работы на тему «Разработка структурно-фазового состояния будущего материала по заданной основе материала для определенного конструктивного элемента», рассчитанного на выявление и развитие творческих способностей студентов.

Методическая литература, а именно: Программа учебной дисциплины с вопросами на коллоквиумы, описания заданий на лабораторные работы, методические указания к курсовой работе доступны студентам в электронном виде в кафедральном ВЦ. В кафедральной библиотеке имеются все тома Учебника «Физическое материаловедение».

Для лучшего усвоения учебного материала студентам рекомендовано просмотреть перед лекциями, семинарами и лабораторными работами разделы Учебника «Физическое материаловедение» в следующей последовательности:

Разделы программы Учебник

Физико-химические основы создания материалов с заданными свойствами Глава 7 (раздел 7.1) в т.2 стр.328-330, и глава 16 в т.5, стр.18-39, стр.68-105

глава 19 в т.5, стр. 308-313.

Жидкое состояние, затвердевание и кристаллизация Глава 7 в т.2, стр.331-431.

Структура и ее роль в обеспечении заданного комплекса свойств. Глава 19 в т.5, стр.313-397.

При подготовке к лабораторным работам

1: Изучение общих закономерностей кристаллизации металлов. Глава 7 в т.2, стр.359-398.

2: Получение и свойства аморфных металлических сплавов. Глава 20 в т.5, стр.400-475

При подготовке к коллоквиумам

Кл 1 Материал к разделу 1

Кл 2 Материал к разделу 2

Кл 3 Материал к разделу 3

При подготовке к семинарам

Необходимо просмотреть лекции и составить круг вопросов для обсуждения с преподавателем

Подготовка курсовой работы

КР выполняется индивидуально при постоянной консультации с преподавателями. Необходимо строго следовать методическим указаниям к выполнению выпускной работы.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Подготовка к лекциям и семинарам.

Для подготовки к лекциям и семинарам рекомендуется использовать учебник.

Для материала по разделу 1. Физико-химические основы создания материалов с заданными свойствами, включая темы:

-тема 1.1. Структурно-фазовое состояние материалов - 4 часа.

-тема 1.2. Физико-химические основы создания материалов с заданными свойствами - 5 часа.

-тема 1.3. Высокочистые вещества и материалы - 2 часа

следует проработать главу 16 и 17 в т.5 Учебника, стр.16-108, 109-153.

Для материала по разделу 2. Жидкое состояние, затвердевание и кристаллизация, включая темы:

-тема 2.1. Расплавы металлов и сплавов, жидкое состояние - 7 часов,

-тема 2.2. Затвердевание металлов, сплавов, соединений и смесей компонентов - 7 часов,

-тема 2.3. Адсорбция примесей и ее влияние на свойства твердого тела - 5 часов,

следует проработать главу 6. в т.2 Учебника, стр.337-444.

Для материала по разделу 3. Структура и ее роль в обеспечении заданного комплекса свойств материалов, включая темы:

-тема 3.1. Аморфные металлические сплавы (АМС) - 5 часов.

-тема 3.2. Наноструктурные материалы - 2 часа.

-тема 3.3. Стабилизация структурно-фазового состояния материалов - 6 часов.

следует проработать в Учебники т.5 главы: 19, 20 и 21, стр.307-529.

Проведение лабораторных работ.

Лабораторные работы проводим в соответствии с методическими указаниями по каждой работе, электронный текст которых имеется в ВЦ кафедры.

Проведение коллоквиумов.

Контрольные вопросы следует взять из программы и переписать в виде билетов для студентов. Время проведения одного коллоквиума 40 мин на семинаре. Переписывание разрешено в свободное от занятий время.

Автор(ы):

Сучков Алексей Николаевич

Рецензент(ы):

Якушин В.Л.