

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**  
**КОНСТРУКЦИОННЫЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

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.	KCP, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
8	2	72	24	24	12		12	0	3
Итого	2	72	24	24	12	6	12	0	

## **АННОТАЦИЯ**

Дисциплина раскрывает связь состава, структуры и условий эксплуатации со свойствами конструкционных материалов, ядерного топлива и материалов с особыми физическими свойствами и показывает обоснование выбора материалов для конструктивных элементов, работающих в условиях высоких и низких температур, радиационного излучения, коррозионного воздействия агрессивных сред и воздействия различных напряжений.

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

Целями освоения учебной дисциплины являются ознакомление студентов с принципами создания, достижения требуемого структурно-фазового состояния и свойствами специальных конструкционных материалов, композитов и материалов со специальными физическими свойствами, влиянием на материалы эксплуатационных факторов. По окончании изучения дисциплины студенты должны знать связь состава, структуры и условий эксплуатации со свойствами конструкционных материалов, ядерного топлива и материалов с особыми физическими свойствами. Студенты должны уметь обосновывать выбор материалов для конструктивных элементов, работающих в условиях высоких и низких температур, радиационного излучения, коррозионного воздействия агрессивных сред и воздействия различных напряжений. .

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

Учебная дисциплина взаимосвязана с другими курсами: «Иностранный язык», «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», «Химия элементов и соединений», «Ядерная физика и реакторы», «Физика газов, жидкостей и конденсированного состояния», «Строение вещества и динамика молекул» и «Безопасность жизнедеятельности».

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для дальнейшего обучения, научно-исследовательской работе, а также при практической работе.

### **3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ**

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-1 [1] – Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения	З-УК-1 [1] – Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 [1] – Уметь: применять методики поиска, сбора и

поставленных задач	обработка информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 [1] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач
--------------------	---

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

<b>Задача профессиональной деятельности (ЗПД)</b>	<b>Объект или область знания</b>	<b>Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции</b>
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	3-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	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>	3-ПК-2[1] - знать основные представления о структуре материалов и влиянии структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями;

	гибридных материалов, сверхтвердых материалов, интеллектуальных и наноматериалов, пленок и покрытий	Профессиональный стандарт: 40.011	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.
--	---	-----------------------------------	--

#### технологический

участие в получении и использовании (обработке, эксплуатации и утилизации) материалов различного назначения, проектировании высокотехнологичных процессов на стадии опытно-промышленных испытаний и внедрения	технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления	ПК-3 [1] - способен работать на научно-исследовательском и технологическом оборудовании в соответствии с правилами техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-3[1] - знать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда; ; У-ПК-3[1] - уметь использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда; ; В-ПК-3[1] - владеть навыками работы на современном аналитическом и технологическом оборудовании.
---	--	--	---

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное	Создание условий,	1.Использование воспитательного

воспитание	<p>обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)</p>	<p>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-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.</p>
Профессиональное воспитание	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)</p>	<p>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.</p>
Профессиональное воспитание	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям</p>	<p>1. Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития</li> </ul>

	лженаучного толка (В19)	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.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры ядерной безопасности (В24)	1.Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение ядерной и радиационной безопасности, а также соблюдение государственных и коммерческих тайн. 2.Использование воспитательного потенциала содержания учебных дисциплин «Актуальные проблемы эксплуатации АЭС», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике», «Системы радиационного контроля» для формирование личной ответственности за соблюдение экологической и радиационной безопасности посредством изучения основополагающих документов по культуре ядерной безопасности, разработанных МАГАТЭ и российскими регулирующими

	<p>органами, норм и правил обращения с радиоактивными отходами и ядерными материалами.</p> <p>3. Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин «Контроль и диагностика ядерных энергетических установок», «Надежность оборудования атомных реакторов и управление риском», «Безопасность ядерного топливного цикла», «Ядерные технологии и экология топливного цикла» для формирования личной ответственности за соблюдение и обеспечение кибербезопасности и информационной безопасности объектов атомной отрасли через изучение вопросов организации информационной безопасности на объектах атомной отрасли, основных принципов построения системы АСУТП ядерных объектов, методов защиты и хранения информации, принципов построения глубокоэшелонированной и гибкой системы безопасности ядерно-физических объектов.</p> <p>4. Использование воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Системы радиационного контроля», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике» для формирования ответственной экологической позиции посредством изучения вопросов обеспечения такого уровня безопасности АЭС, при котором воздействие на окружающую среду, обеспечивает сохранение природных систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций, через рассмотрение вопросов радиационного контроля при захоронении и переработки ядерных отходов, вопросов замыкания ядерного топливного цикла.</p>
--	---

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

<b>№ п.п</b>	<b>Наименование раздела учебной дисциплины</b>	<b>Недели</b>	<b>Лекции/ Практ. (семинары) / Лабораторные работы, час.</b>	<b>Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)</b>	<b>Максимальный балл за раздел**</b>	<b>Аттестация раздела (форма*, неделя)</b>	<b>Индикаторы освоения компетенции</b>
	<i>8 Семестр</i>						
1	Конструкционные материалы	1-6	12/12/6		25	КИ-6	З-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1
2	Функциональные материалы	7-12	12/12/6		25	КИ-12	З-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1
	<i>Итого за 8 Семестр</i>		<i>24/24/12</i>		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 8 Семестр</b>				50	3	З-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1

\* – 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:

<b>Обозначение</b>	<b>Полное наименование</b>
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

<b>Недели</b>	<b>Темы занятий / Содержание</b>	<b>Лек., час.</b>	<b>Пр./сем., час.</b>	<b>Лаб., час.</b>
	<i>8 Семестр</i>	24	24	12
<b>1-6</b>	<b>Конструкционные материалы</b>	12	12	6
1	<b>Классификация конструкционных материалов</b> Основные свойства, температурные интервалы применения с учетом окружающей среды и механических нагрузок. Принципы разработки сплавов.	Всего аудиторных часов 3 Онлайн 0	3 0	3 0
2 - 3	<b>Сплавы на основе легких металлов</b> Бериллий, его свойства, особенности кристаллической решетки. Чистота в зависимости от технологии получения. Взаимодействие с элементами таблицы Менделеева: растворимость, основные легирующие элементы, вредные примеси. Пути повышения пластичности. Применение бериллия: области применения, составы. Алюминий, его свойства, структура. Чистота в зависимости от технологии получения. Основные легирующие элементы, вредные примеси, классы сплавов. Применение алюминия: области применения, составы. Магний, его свойства, структура. Чистота металла. Основные легирующие элементы, вредные примеси, классы сплавов. Применение магния: области применения, составы.	Всего аудиторных часов 3 Онлайн 0	3 0	3 0
4 - 5	<b>Стали и сплавы на основе тяжелых металлов</b> Железо, его свойства, структура, полиморфизм. Взаимодействие железа с элементами таблицы Менделеева: основные легирующие элементы, вредные примеси. Феррито- и аустенитостабилизирующие элементы. Легирующие комплексы и типы сталей. Сплавы систем Fe-C, Fe-Cr, Fe-Ni, Fe-Cr-Ni. Классификация сталей по структуре, назначению. Виды упрочнения. Принципы комплексного легирования сталей. Марганец и его применение как легирующего элемента. Никель, его свойства, структура. Основные легирующие элементы и вредные примеси. Литые и деформируемые жаропрочные сплавы, их классификация. Принципы комплексного легирования, виды упрочнения. Применение сплавов никеля.	Всего аудиторных часов 3 Онлайн 0	3 0	0 0
6	<b>Сплавы тугоплавких металлов</b> Цирконий, его свойства, полиморфизм, структура. Основные легирующие элементы, вредные примеси. Принципы легирования. Системы Zr-Nb, Zr-Sn, фазовый состав. Коррозионная стойкость циркониевых сплавов,	Всего аудиторных часов 3 Онлайн 0	3 0	0 0

	<p>методы ее повышения. Водородное охрупчивание. Применение циркония, классы сплавов, их обработка. Сплавы циркония в реакторостроении. ОЦК металлы IVA, VA и VIA групп таблицы Менделеева. Ванадий, его свойства, структура. Принципы легирования. Применение. Ниобий, его свойства, структура. Принципы легирования. Охрупчивание и его устранение. Применение. Молибден, его свойства, структура. Принципы легирования. Охрупчивание и его устранение. Применение. Вольфрам, его свойства, структура. Принципы легирования. Охрупчивание и его устранение. Применение.</p>									
<b>7-12</b>	<b>Функциональные материалы</b>	12	12	6						
7	<p><b>Материалы с особыми физическими свойствами</b> Современные представления о связи физических свойств с атомным строением и структурой материалов. Разработка магнитомягких и магнитотвердых материалов. Материалы с аномальными значениями коэффициентов термического расширения. Материалы с высокой и низкой теплопроводностью. Сверхпроводящие материалы: классификация, ВТСП, достижения по критическим параметрам, их связь со структурным и фазовым состоянием, обеспечение состояния, определяющего лучшие параметры. Материалы с уникальными ядерно-физическими свойствами: малоактивируемые и сильноактивируемые материалы, поглощающие материалы.</p>	<p>Всего аудиторных часов</p> <table border="1"> <tr> <td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr> </table> <p>Онлайн</p> <table border="1"> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	3	3	3	0	0	0		
3	3	3								
0	0	0								
8 - 10	<p><b>Ядерное топливо</b> Современные достижения в области разработки ядерного топлива. Металлическое ядерное топливо. Уран, его структура, свойства. Диаграммы состояния U-Mo и U-A1. Обеспечение стабильности урана легированием, термической и термомеханической обработкой. Соединения урана с кислородом, углеродом, азотом и другими неметаллическими элементами. Оксидное ядерное топливо. Структура, свойства, поведение под облучением. Карбидное ядерное топливо. Структура, свойства, поведение под облучением. Нитридное ядерное топливо. Структура, свойства, поведение под облучением. Дисперсное ядерное топливо и микротвэлы.</p>	<p>Всего аудиторных часов</p> <table border="1"> <tr> <td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr> </table> <p>Онлайн</p> <table border="1"> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	3	3	3	0	0	0		
3	3	3								
0	0	0								
11	<p><b>Тугоплавкие и интерметаллические соединения, гидриды</b> Металлоподобные тугоплавкие соединения: бориды, карбиды, нитриды, силициды, фосфиды, сульфиды переходных металлов. Особенности формирования структуры, обеспечение ее стабильности в условиях</p>	<p>Всего аудиторных часов</p> <table border="1"> <tr> <td>3</td><td>3</td><td>0</td></tr> </table> <p>Онлайн</p> <table border="1"> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	3	3	0	0	0	0		
3	3	0								
0	0	0								

	внешнего воздействия, свойства, применение. Фазы внедрения (гидриды, карбиды, низшие оксиды): особенности формирования структуры, обеспечение ее стабильности в условиях внешнего воздействия, свойства, применение. Гидриды переходных металлов. Материалы водородной энергетики. Интерметаллиды как упрочняющие фазы и материалы с уникальными свойствами, интерметаллиды редкоземельных элементов. Неметаллические тугоплавкие соединения: формирование структуры, свойства, применение. Керамики. Принципы получения, обеспечение структурного состояния, свойства, применение.		
12	<b>Композиционные материалы и графит</b> Современные достижения в области разработки композитов. Классификация композитов. Композиты на основе металлов и сплавов - керметы: структура, свойства, применение, пути развития. Графит, его структура, свойства, применение, технология материалов. Композиты на основе графита. С-С композиты и их структура, свойства, применение и перспективы использования. Алмаз и композиты на его основе. Сапфир. Углепластики как высокополимеры, их классификация, структура, свойства, применение. Термопластики.	Всего аудиторных часов 3      3      0 Онлайн 0      0      0	

Сокращенные наименования онлайн опций:

<b>Обозначение</b>	<b>Полное наименование</b>
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

## ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

<b>Недели</b>	<b>Темы занятий / Содержание</b>
	<i>8 Семестр</i>
1 - 6	<b>Лабораторная работа 1</b> Влияние легирования и термической обработки на структуру и свойства сплавов циркония.
7 - 12	<b>Лабораторная работа 2</b> Определение состава и термодинамических характеристик диоксида урана.

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины основной образовательной технологией являются лекционно-семинарские занятия. Лекции основаны на объяснительно-иллюстративном методе и решают задачи изучения нового материала, коррекции и его закрепления. Для промежуточного контроля усвоения студентом разделов курса используются тесты. Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы и интернет ресурсов для подготовки к контрольным мероприятиям и лабораторным работам.

## **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:

<b>Компетенция</b>	<b>Индикаторы освоения</b>	<b>Аттестационное мероприятие (КП 1)</b>
ПК-1.2	З-ПК-1.2	З, КИ-6, КИ-12
	У-ПК-1.2	З, КИ-6, КИ-12
	В-ПК-1.2	З, КИ-6, КИ-12
ПК-2	З-ПК-2	З, КИ-6, КИ-12
	У-ПК-2	З, КИ-6, КИ-12
	В-ПК-2	З, КИ-6, КИ-12
ПК-3	З-ПК-3	З, КИ-6, КИ-12
	У-ПК-3	З, КИ-6, КИ-12
	В-ПК-3	З, КИ-6, КИ-12
УК-1	З-УК-1	З, КИ-6, КИ-12
	У-УК-1	З, КИ-6, КИ-12
	В-УК-1	З, КИ-6, КИ-12

### **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. 620 Ф50 Физическое материаловедение Т.1 Физика твердого тела, , Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
2. 620 Ф50 Физическое материаловедение Т.5 Материалы с заданными свойствами, , Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
3. 620 Ф50 Физическое материаловедение Т.6 Конструкционные материалы ядерной техники, , Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
4. 620 Ф50 Физическое материаловедение Т.7 Ядерные топливные материалы, , Москва: НИЯУ МИФИ, 2012

### **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. 621.7 Ш95 Вакуумная индукционная плавка : учебное пособие, Шульга А.В., Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
2. 620 Ш95 Композиты Ч.1 Основы материаловедения композиционных материалов, Шульга А.В., Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
3. 669 Ш95 Получение и обработка металлов и соединений : учебно-методическое пособие, Шульга А.В., Москва: НИЯУ МИФИ, 2011

## **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 курсе используется рейтинговая система формирования оценки:

1. Максимальная сумма баллов за предмет - 100
2. Итоговая оценка по дисциплине определяется суммой баллов, полученных в течение семестра при аттестации разделов, а также на зачете.
3. Вклад зачета в общую сумму баллов составляет 50 % (50 баллов).
4. За работу в течение семестра студент может получить максимально 50 баллов.

Итоговая оценка при аттестации каждого раздела проставляется с учетом текущей успеваемости. При проведении коллоквиума студент в течение 40 минут готовит письменный ответ на два вопроса, получаемых от преподавателя. Преподаватель оценивает ответ на каждый вопрос по 25 – бальной шкале. Максимальный балл при аттестации раздела приведен в таблице структура дисциплины. На зачет студент допускается при наличии всех сданных лабораторных работ, коллоквиумов и при сумме баллов за аттестацию разделов не менее 30. Зачет состоит из двух вопросов, каждый из которых оценивается по 25 бальной шкале.

Если студент не набрал необходимого количества баллов для допуска на зачет, то ему предоставляется возможность повысить свой рейтинг путем пересдачи какой-либо темы.

Подготовка к контрольным мероприятиям, лабораторным работам и семинарам

При рассмотрении студентами вводного материала внимание следует уделить принципам создания, формирования требуемого структурно-фазового состояния, свойствам специальных конструкционных материалов, композитов и материалов со специальными физическими свойствами.

При изучении темы 1 необходимо уделить внимание классификации конструкционных материалов по разным признакам, их основным свойствам в зависимости от рабочих условий, температурным интервалам применения с учетом окружающей среды и механических нагрузок.

При рассмотрении темы 2 следует обратить внимание на бериллий, его свойства, особенности кристаллической решетки, путем повышения пластичности бериллия. Знать основные легирующие элементы в алюминии, вредные примеси, классы сплавов алюминия; основные легирующие элементы магния, вредные примеси, классы сплавов. Обратить внимание

свойства, полиморфизм и структуру титана. Обратить особое внимание на основные легирующие элементы в  $\alpha$ - и  $\beta$ -сплавах титана, вредные примеси, водородное охрупчивание титана. Выделить достоинства, недостатки и применение легких металлов в технике.

При изучении темы 3 обратить внимание на железо, его свойства, структуру, полиморфизм, взаимодействие железа с элементами таблицы Менделеева: основные легирующие элементы, вредные примеси, феррито- и аустенитостабилизирующие элементы. Хорошо знать диаграммы состояния сплавов систем Fe-C, Fe-Cr, Fe-Ni, Fe-Cr-Ni, Fe-Cr-Mn. Знать классификацию сталей по структуре, назначению. Хорошо ориентироваться в видах упрочнения и принципах комплексного легирования сталей. Следует знать свойства никеля, основные легирующие элементы и вредные примеси. Обратить внимание на литые и деформируемые жаропрочные сплавы никеля, знать их классификацию.

При изучении темы 4 следует знать свойства циркония, его полиморфизм и структуру; основные легирующие элементы, вредные примеси, принципы легирования. Знать диаграммы состояния систем Zr-Nb, Zr-Sn, Zr-Nb-Sn, фазовый состав; коррозионную стойкость циркониевых сплавов, методы ее повышения; водородное охрупчивание и применение циркония. Обратить внимание на ОЦК металлы IVA, VA и VIA групп таблицы Менделеева (ванадий, ниобий, молибден, вольфрам, tantal, хром) их свойства, структуру, принципы легирования, применение.

При изучении темы 5 необходимо знать современные представления о связи физических свойств с атомным строением и структурой материалов. Знать различие в характеристиках и функциональном назначении магнитомягких и магнитотвердых материалов. Проанализировать связь магнитных свойств с аномальным поведением коэффициентов упругости и термического расширения. Иметь четкое представление о материалах с высокой и низкой теплопроводностью. Обратить внимание на классификацию сверхпроводящих материалов и достижения в области высокотемпературных сверхпроводников по критическим параметрам, их связь со структурным и фазовым состоянием, а так же на методы обеспечение состояния, определяющего лучшие параметры. Знать материалы с уникальными ядерно-физическими свойствами: малоактивируемые и сильноактивируемые материалы, поглощающие материалы.

При рассмотрении темы 6 изучить структуру и свойства уран и его сплавов. Знать диаграммы состояния U-Mo и U-Al. Иметь представление об обеспечении структурной стабильности урана легированием, термической и термомеханической обработкой. Знать области применения металлического ядерного топлива. Провести сравнительный анализ свойств соединений урана с кислородом, углеродом, азотом и другими неметаллическими элементами. Знать основные свойства оксидного ядерного топлива и закономерности их изменения в рабочих условиях. Обратить внимание на радиационную стойкость топливных керамик. Знать методы обеспечения пластичности и структурной стабильности диоксида урана в рабочих условиях. Рассмотреть основные требования к материалам, составляющим дисперсное ядерное топливо. Знать реально применяемые дисперсные топливные композиции. Обратить внимание на особенности конструкции микротвэлов и функциональное назначение слоев их покрытий. Знать современные достижения в области разработки ядерного топлива.

По теме 7 рассмотреть структуру и свойства металлоподобных тугоплавких соединений: боридов, карбидов, нитридов, силицидов, фосфидов и сульфидов переходных металлов. Знать особенности формирования структуры, методы обеспечение ее стабильности в условиях внешнего воздействия, свойства, применение. Иметь четкое представление о материалах являющихся фазами внедрения (гидридах, карбидах, нитридах). Знать особенности формирования структуры, обеспечение ее стабильности в условиях внешнего воздействия,

свойства, применение. Рассмотреть гидриды переходных металлов как материалы водородной энергетики. Обратить внимание на интерметаллиды как упрочняющие фазы и материалы с уникальными свойствами, а так же интерметаллиды редкоземельных элементов. Знать неметаллические тугоплавкие соединения (карбиды и нитриды бора и кремния, нитрид алюминия): формирование структуры, свойства, применение. Иметь общее представление о керамиках, включающие в себя принципы получения, обеспечение структурного состояния, свойства, применение.

При изучении темы 8 следует обратить внимание на классификацию композитов. Рассмотреть композиты на основе металлов и сплавов, а также на неметаллической основе. Иметь четкие представления об отличиях дисперсно-упрочняемых и волокнистых композиционных материалов. Знать основные типы матриц и упрочняющих волокон. Иметь представления о современных достижениях в области разработки композитов. Рассмотреть графит и алмаз, их структуру, свойства, применение, и основы технологии углеродных материалов. Знать что такое сапфир, композиты на основе графита, С-С композиты, представлять их структуру, свойства, применение и перспективы использования. и композиты на его основе. Рассмотреть углепластики как высокополимеры, их классификацию, структуру, свойства и применение. Знать основные типы термопластиков.

Подготовка к лабораторным работам осуществляется в соответствии с методическими указаниями, доступными в локальной сети кафедры.

Подготовка к семинарам проводиться с использованием литературы и интернет ресурсов указанных в рабочей программе дисциплины.

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

В настоящей дисциплине изучаются конструкционные и функциональные материалы, использующиеся в различных областях науки и техники, в том числе в ядерной энергетике. Рассматриваются принципы создания сплавов с заранее заданными физико-химическими и механическими свойствами, включая сплавы на основе алюминия, магния, бериллия, циркония, железа (стали), никеля, тугоплавких металлов. Проводится ознакомление студентов с материалами с особыми физическими свойствами, ядерным топливом, тугоплавкими и интерметаллическими соединениями, гидридами, композиционными материалами и графитом. Рассматриваются общие вопросы материаловедения полупроводников и космического материаловедения.

Полученные знания будут необходимы для более глубокого понимания ряда специальных дисциплин, таких как «Реакторное материаловедение», «Радиационная физика твердого тела», «Конструкционные материалы ЯЭУ», «Специальные вопросы радиационного материаловедения», «Взаимодействие излучения с твердым телом» и т.п., выполнения курсовых и дипломных проектов по соответствующим дисциплинам.

Автор(ы):

Чернов Иван Ильич, д.ф.-м.н., профессор