

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

ВВЕДЕНИЕ В МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Направление подготовки
(специальность)

- [1] 14.03.02 Ядерные физика и технологии
[2] 22.03.01 Материаловедение и технологии
материалов
[3] 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки, час.	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
5	2	72	16	16	0		40	0	3
Итого	2	72	16	16	0	0	40	0	

АННОТАЦИЯ

Содержание дисциплины включает в себя изучение металлов и сплавов, а также их строение и свойства. В рамках курса обучающиеся получают знания о основах теории кристаллизации металлов и сплавов, вопросах использования принципов термодинамики построения и объяснения характера физико-химического взаимодействия в одинарных и двойных системах, вопросах теории и практики взаимодействия компонентов в жидком и твердом состояниях. В рамках курса студентами рассматриваются основные конструкционные и функциональные материалы, применяющиеся в промышленности, а также основные направления исследований современного материаловедения, в том числе и реакторного. Посредством практических занятий студенты получают представления о структуре материалов, физико-химических основах формирования структуры материалов, связи различных свойств материалов с их структурно-фазовым состоянием.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели и задачи освоения уч. дисциплины

Целью дисциплины является знакомство с перспективными исследованиями в области материаловедения. Проводится получение теоретических знаний, во время аудиторных, практических занятий, по физике и технологии получения и исследования материалов ядерной и термоядерной техники, приобретение первичных профессиональных навыков и общих представлений о научных подразделениях кафедры «Физические проблемы материаловедения» и направлениях исследований.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен:

- знать классификацию материалов, металлов и сплавов;
- иметь представление о строении и свойствах металлов и методах их исследования;
- знать закономерности протекания процессов кристаллизации и плавления, а также процессы структурообразования металлов и сплавов
- знать основные виды диаграмм фазового равновесия; методы их построения с экспериментальной и термодинамической точек зрения;
- уметь проводить анализ любой диаграммы состояния двухкомпонентной системы;

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для успешного освоения студентами курса «Введение в материаловедение» необходимо знание основных курсов высшей математики, химии, физики. Из курса высшей математики используются элементы дифференциального и интегрального исчисления («Математика: дифференциальное исчисление», «Интегральное исчисление и функции многих переменных», «Обыкновенные дифференциальные уравнения, вариационное исчисление»). Курс химии обеспечивает сведениями о типах связи в твердых телах, энергетике и кинематике химических процессов. Из курса физики при изучении данной дисциплины используются следующие разделы: физика твердого тела, физика элементарных частиц, молекулярная физика, термодинамика, законы диффузии и электропроводности («Общая физика (молекулярная физика и основы статистической термодинамики)», «Общая физика (электричество и магнетизм)»).

Данная дисциплина является базой для изучения дисциплин «Физические основы материаловедения» и «Технологии получения материалов»

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, 2, 3] – Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	З-УК-1 [1, 2, 3] – Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 [1, 2, 3] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 [1, 2, 3] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач
УК-3 [1, 2, 3] – Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	З-УК-3 [1, 2, 3] – Знать: основные приемы и нормы социального взаимодействия; основные понятия и методы конфликтологии, технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии У-УК-3 [1, 2, 3] – Уметь: устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе; применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды В-УК-3 [1, 2, 3] – Владеть: простейшими методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде
УК-6 [1, 2, 3] – Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	З-УК-6 [1, 2, 3] – Знать: основные приемы эффективного управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни У-УК-6 [1, 2, 3] – Уметь: эффективно планировать и контролировать собственное время; использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения В-УК-6 [1, 2, 3] – Владеть: методами управления собственным временем; технологиями приобретения, использования и обновления социо-культурных и профессиональных знаний, умений, и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)
Духовно-нравственное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование этического мышления и профессиональной ответственности ученого (B2)
Духовно-нравственное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование личностно-центрированного подхода в профессиональной коммуникации, когнитивно-поведенческих и практико-ориентированных навыков, основанных на общероссийских традиционных ценностях (B3)
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (B14)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21)

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>5 Семестр</i>						
1	Первый раздел.	1-8	8/8/0		25	КИ-8	3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-3, У-УК-3, В-УК-3,

							3-УК-6, У-УК-6, В-УК-6
2	Второй раздел	9-16	8/8/0		25	КИ-16	3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, 3-УК-6, У-УК-6, В-УК-6
	<i>Итого за 5 Семестр</i>		16/16/0		50		
	Контрольные мероприятия за 5 Семестр				50	3	3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, 3-УК-6, У-УК-6, В-УК-6

* – 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
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>5 Семестр</i>	16	16	0
1-8	Первый раздел.	8	8	0
1 - 2	Тема 1. Введение. Понятие материаловедения. Цели и задачи материаловедения. Понятие металлов и их классификация. Виды агрегатных состояний, виды связей в материалах, понятие кристаллической решетки.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	Тема 2. Основные закономерности фазовых превращений. Затвердевание металлов и сплавов. Теория фазового превращения при кристаллизации металлов. Особенности жидкого состояния. Самопроизвольное и несамопроизвольное образование зародышевых центров. Изменение свободной энергии системы при возникновении зародыша критического	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	размера. Механизм роста кристаллов. Кинетика процессов кристаллизации (по А.Н.Колмогорову). Определение системы, компонента, фазы, числа степеней свободы. Правило фаз Гиббса (с выводом). Свободная энергия. Изобарно-изотермический потенциал Гиббса.			
5	Тема 3. Изучение микроструктуры сплавов. Изучение принципа работы металлографического светового микроскопа. Основы пробоподготовки. Применение методов количественной металлографии для определения размера и площади зёрен. размера зерна в сплаве.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
6 - 8	Тема 4. Основы фазовых равновесий в двухкомпонентных системах. Основы фазовых равновесий в двухкомпонентных системах. Основные понятия. Определение состава фаз, находящихся в равновесии, с помощью изобарно-изотермического потенциала. О взаимоотношениях компонентов в двойных сплавах. Диаграммы фазовых равновесий двухкомпонентных систем. Твердые растворы; их типы и условия образования. Диаграмма состояния системы (ДСС) с неограниченной взаимной растворимостью компонентов в жидком и твердом состояниях, ее термодинамика. Правило отрезков, значение линий солидус и ликвидус, двухфазное равновесие, конода. Процессы кристаллизации в системе. ДСС с экстремальными точками на кривых солидуса и ликвидуса. Ошибки при построении ДСС. Эвтектические системы: термодинамика, трехфазное равновесие, применение правила фаз, состав фаз, правило рычага, структурообразование при нагреве и охлаждении. Структура и свойства сплавов. Эвтектоидные системы, их особенности. Предельные случаи эвтектики и эвтектоида. Трехфазное равновесие. Процессы при нагреве и охлаждении. Предельные случаи перитектики и перитектоида. Особенности фазовых превращений в твердом состоянии. Виды полиморфных превращений. Отклонения диаграмм состояния от равновесного состояния.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Второй раздел	8	8	0
9 - 10	Тема 5. Диаграмма состояния сплавов железо-углерод. Диаграмма состояния железо-углерод. Назначение линий и точек на ДСС. Характеристика фаз и структурных составляющих. Процессы при нагревании и охлаждении сплавов. Равновесная и метастабильная диаграммы. Структура стали и чугуна.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	Тема 6. Термическая обработка. Виды отжигов. Отжиг 1 рода. Отжиг 2 рода. Термическая обработка и диаграммы состояния сплавов. Основные цели термической обработки. Классификация видов термической обработки. Отжиг первого рода. Изменение структуры и свойств сплавов при гомогенизационном отжиге. Структура и свойства	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	деформированного металла. Критическая степень деформации. Наклеп. Рекристаллизационный и дорекристаллизационный отжиги. Возврат. Кинетика возврата. Отдых. Снятие напряжений. Полигонизация, рекристаллизация на месте. Первичная рекристаллизация, ее кинетика, текстуры отжига, зарождение и рост зерен. Первичная рекристаллизация железа и двухфазных сплавов. Температура начала рекристаллизации. Собирательная рекристаллизация. Вторичная рекристаллизация, размер зерна в отожженном металле. Изменение свойств металла в результате отжига, анизотропия свойств. Выбор режимов отжигов. Диаграммы рекристаллизации. Использование отжига для снятия напряжений. Отжиг второго рода. Гомогенное и гетерогенное зарождение фаз. Образование промежуточных метастабильных фаз. Кинетика фазовых превращений. Отжиг сталей. Образование аустенита при нагреве: механизм и кинетика. Превращения аустенита при нагреве и охлаждении. Склонность к росту зерен аустенита. Разновидности отжига сталей. Полный и неполный отжиги. Сфероидизирующий отжиг. Изотермический отжиг. Нормализация. Патентирование. Гетерогенизирующий отжиг. Отжиг с фазовой перекристаллизацией.			
13	Тема 7. Классификация сталей. Основные принципы разработки сплавов с заданными свойствами: состав сплава - диаграмма состояния - структура - свойства. Влияние легирования на технологические свойства и термообработку.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	Тема 8. Материалы ядерных энергетических установок. Материалы ядерных энергетических установок.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
15 - 16	Тема 9. Подведение итогов. Обзорная лекция. Проведение коллоквиума.	Всего аудиторных часов		
		2	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 дисциплины используются в обучении активные и интерактивные формы обучения с применением LMS, электронных ресурсов и информационно-коммуникационных технологий. Большая часть лекционного материала оформлена в виде презентации с использованием стандартной программы в PowerPoint. Для демонстрации данного наглядно-иллюстрированного материала лекций используется соответствующая аппаратура (ноутбук, проектор). В рамках дисциплины проводятся лекции, практические занятия с использованием светового микроскопа, контроль самостоятельной работы и дискуссии.

Усвоение студентами материала дисциплины контролируется написанием тестов. Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы для подготовки к тестам и практическим занятиям.

Контроль по итогам успеваемости включает в себя контроль выполнения практических заданий, результаты дискуссий и тестирования.

Аттестация заключается в проведении зачета по итогам семестра.

При реализации данной учебной дисциплины используются интерактивные методы взаимодействия со студентами.

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)
УК-1	З-УК-1	З, КИ-8, КИ-16
	У-УК-1	З, КИ-8, КИ-16
	В-УК-1	З, КИ-8, КИ-16
УК-3	З-УК-3	З, КИ-8, КИ-16
	У-УК-3	З, КИ-8, КИ-16
	В-УК-3	З, КИ-8, КИ-16
УК-6	З-УК-6	З, КИ-8, КИ-16
	У-УК-6	З, КИ-8, КИ-16
	В-УК-6	З, 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-х балльной шкале	Отметка о зачете	Оценка ECTS
90-100	5 – «отлично»	«зачтено»	A
85-89	4 – «хорошо»		B
75-84			C
70-74			D
65-69	3 – «удовлетворительно»		E
60-64			
ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	«не зачтено»	F

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 620 Ш71 Основы металловедения : Учебное пособие для вузов, Шмаков А.А., Москва: МИФИ, 2007
2. 620 Ф50 Физическое материаловедение Т.1 Физика твердого тела, , Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
3. 620 Ф50 Физическое материаловедение Т.2 Основы материаловедения, , Москва: НИЯУ МИФИ, 2012

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

Практические занятия проводятся в виде открытых дискуссий, мозговых штурмов и групповых обсуждений согласно обозначенным выше темам. При подготовке к занятию студент получает у преподавателя задание по тематике семинара и готовит презентацию для публичного выступления в течение 10 -20 минут, которое впоследствии коллективно обсуждается.

При изучении дисциплины студентам необходимо сформировать представление о материалах, знать их функциональное назначение, состав и основные ядерно-физические свойства, рассмотреть влияние рабочих условий, таких как облучение, температурные поля, физико-химические и коррозионные процессы, статические и динамические нагрузки на их поведение при эксплуатации.

Необходимо знать химический состав ядерного топлива, и его классификацию, основные особенности и требования к ядерному топливу.

По материалам изученных тем необходимо сформировать представление о физических, теплофизических, механических и химических свойствах сплавов, их классификацию, свойства и термическую обработку. Представлять себе поведение материалов и сплавов под облучением.

В процессе обучения происходит ознакомление с физическими, физико-химическими, теплофизическими и механическими свойствами оксидного ядерного топлива и его применением в ЯЭУ., а также о дисперсном ядерном топливе (ДЯТ).

Необходимо знать классификацию и маркировку сталей. Иметь представление об особенностях жаропрочных коррозионно-стойких стали аустенитного класса. Знать применение аустенитных сталей в ЯЭУ.

Необходимо также знать химический состав и особенности структуры перлитных сталей. Понимать назначение термической обработки и провести анализ радиационной стойкости. Знать марки перлитных сталей, применяемых в ЯЭУ.

Обратить внимание на методы получения реакторного графита, его структуре, физических и механических свойствах.

Иметь четкое представление о материалах, поглощающих нейтроны и их влиянии на регулирование работы реактора и иметь представление о работоспособности регулирующих и поглощающих стержней ЯЭУ.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

В настоящей дисциплине излагаются сведения об условиях работы, свойствах и поведении под облучением конструкционных и топливных материалов в активных зонах ядерных энергетических установок (ЯЭУ). Дисциплина знакомит студентов с требованиями к реакторным материалам, с их структурой и свойствами, с влиянием на них эксплуатационных факторов. По окончании изучения дисциплины студенты должны уметь обосновано выбирать оптимальные конструкционные и топливные материалы для ядерного реактора заданного типа, иметь представление о перспективных материалах.

Полученные знания будут необходимы для более глубокого понимания студентами, специализирующимися в дальнейшем на нейтронно-физических и тепло-гидравлических расчетах ядерных энергетических установок, процессов, явлений и, в особенности, факторов ограничивающих работоспособность элементов активных зон ядерных реакторов. Полученная студентами информация будет крайне полезна при дальнейшем выполнении ими курсовых проектов и выпускной работы.

Автор(ы):

Баздникина Екатерина Александровна

Иванников Александр Александрович