

Учреждение образования
«Международный государственный экологический институт
имени А.Д. Сахарова»
Белорусского государственного университета



О. И. Родькин
2025

Регистрационный № УД-1712-25/уч.

ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Учебная программа учреждения образования по учебной дисциплине для
специальности:

7-07-0533-03 Ядерная и радиационная безопасность

2025 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 7-07-0533-03-2023 Ядерная и радиационная безопасность от 10.08.2023 и учебного плана учреждения образования для специальности 7-07-0533-03 Ядерная и радиационная безопасность Рег.№161-23/уч. от 07.04.2023

СОСТАВИТЕЛИ:

О.В. Гусакова, доцент кафедры ядерных и медицинских технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В.И. Шиманский, доцент кафедры физики твердого тела и нанотехнологий физического факультета Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент;

А.В. Басалай, ученый секретарь государственного научного учреждения «Физико-технический институт национальной академии наук Беларуси», кандидат технических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой ядерных и медицинских технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета
(протокол № 10 от 12.05.2025);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета
(протокол № 8 от 24.05.2025)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Металлы и сплавы являются обязательными и необходимыми конструкционными материалами в ядерной технике. Считается, что именно ресурс конструкционного металла определяет срок службы установки или устройства. Правильный выбор металла, сплава или другого материала, создание новых, более стойких металлов и сплавов являются залогом повышения эффективности процессов в ядерной технике и ядерном производстве. Кроме того, от конструкционного материала зависят технологии и процессы, связанные с выводом из эксплуатации оборудования ядерно-топливного цикла, их безопасность и степень воздействия на окружающую среду.

Именно поведение конструкционных материалов эксплуатируемых и проектируемых ядерных реакторов и определяет в значительной степени безопасную и экономичную работу атомных станций. Роль конструкционных материалов активной зоны и корпусов реакторов состоит в обеспечении минимальных последствий возможных аварийных ситуаций, т.е., по существу, в решении главных вопросов безопасности реакторов.

Целью курса является формирование у студентов четких представлений о строении твердых тел, о свойствах материалов различного класса и их изменении при внешних воздействиях.

Задачами изучаемой дисциплины являются:

- изучение начальных сведений по физической теории твердого состояния вещества;
- изучение структурно-фазовых изменений при различных воздействиях и их влияния на основные свойства материалов.
- ознакомление обучающихся с технологиями получения металлов и сплавов различного назначения и способами их обработки;
- изучение требований к конструкционным материалам, используемым в ядерных реакторах;
- подготовка студентов к изучению других специальных дисциплин.

В дисциплине рассматриваются основные понятия о строении материалов, формировании структуры металлов и сплавов при кристаллизации и последующей обработке. Изучаются основные свойства материалов, методы их исследования и механизмы радиационного повреждения.

При изучении учебной дисциплины обучающийся должен усвоить следующие **компетенции**:

- Использовать знания основных физико-химических свойств материалов, встречающихся в ядерной энергетике, способов получения материалов с заданными свойствами, методов обработки материалов для решения прикладных задач (СК-15).

Материал дисциплины основан на знаниях и представлениях, заложенных в дисциплинах «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм», «Оптика», «Квантовая физика», «Общая и неорганическая химия».

Методическую основу учебного курса составляют лекции, практические, лабораторные, индивидуальные и самостоятельные занятия. Лекционные занятия раскрывают основные проблемные вопросы по каждому разделу. Практические и лабораторные занятия предназначены для приобретения практических навыков в работе по освоению полученных знаний в предметной области.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен:

знать:

- основные физико-химические свойства материалов, встречающихся в ядерной энергетике и в отраслях, использующих источники ионизирующего излучения;
- основные методы исследования структурно-фазового состояния материалов.
- основные способы получения материалов с заданными свойствами;

уметь:

- измерять основные физические характеристики материалов;
- обрабатывать результаты структурно-фазовых исследований материалов;

владеть:

- методиками исследования структурно-фазового состояния материалов;
- методиками измерения основных механических свойств конструкционных материалов;

Программа по учебной дисциплине «Физическое материаловедение» разработана в соответствии с образовательным стандартом высшего образования по специальности 7-07-0533-03 Ядерная и радиационная безопасность.

Программа рассчитана на 108 часов, из которых – 54 аудиторных часа, в том числе на лекции отводится 26 часов, на лабораторные занятия – 8 часов, на практические занятия – 20 часов.

Контроль знаний предполагает проведение одной контрольной работы и сдачу экзамена. Проводится управляемая самостоятельная работа студентов, включающая в себя выполнение индивидуальных заданий. При разработке учебной программы допустимо производить необходимый отбор и перестановку материала.

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – экзамен в 6-м семестре.

Форма получения высшего образования – очная (дневная).

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Атомно-кристаллическое строение твердых тел

Элементы кристаллографии и кристаллофизики. Типы связей в кристаллах. Принцип плотнейшей упаковки. Типичные структуры металлических кристаллов. Полиморфизм. Строение неметаллических материалов. Основы электронной теории твердых тел.

Тема 2. Дефекты в кристаллах

Виды дефектов, их классификация. Точечные дефекты. Линейные дефекты. Объемные дефекты. Взаимодействие дефектов между собой и с примесями. Образование дефектов при закалке и пластической деформации.

Тема 3. Диффузия в твердых телах

Механизмы диффузии. Энергия активации диффузии. Факторы, влияющие на коэффициент диффузии. Диффузия в материалах с ГЦК и ОЦК решетками. Диффузия в сплавах. Методы определения коэффициента диффузии.

Тема 4. Кристаллизация

Термодинамические основы, механизмы и кинетика кристаллизации. Параметры кристаллизации. Число центров кристаллизации. Скорость роста центров.

Тема 5. Диаграммы состояния

Фазы в сплавах. Твердые растворы. Химические соединения. Диаграммы состояния сплавов, образующих ограниченные твердые растворы, образующих неограниченные твердые растворы, образующих химические соединения. Диаграммы состояния, строение и свойства сплавов.

Тема 6. Механические свойства твердых тел

Характеристика механических свойств. Механизмы пластической деформации. Деформационное упрочнение. Ползучесть. Механизмы разрушения металлических кристаллов. Изнашивание и износостойкость материалов.

Тема 7. Тепловые свойства твердых тел

Теплоемкость. Теплопроводность. Тепловое расширение.

Тема 8. Электрические свойства твердых тел

Зонная теория твердых тел. Связь свойств с поведением электронов. Принцип работы полупроводниковых детекторов

Тема 9. Коррозионные процессы

Классификация коррозионных процессов. Показатели коррозии. Химическая коррозия металлов. Электрохимическая коррозия металлов. Методы защиты от коррозии.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

(для очной (дневной) формы получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	Атомно-кристаллическое строение твердых тел	4	4					1,2,4,5
2	Дефекты в кристаллах	3						1,2,4,5
3	Диффузия в твердых телах	2	2					1,2,4,5
4	Диаграммы состояния	4	6		4			1-5
5	Кристаллизация	3						1,2,4,5
6	Механические свойства твердых тел	2	2					1,2,4,5
7	Тепловые свойства твердых тел	2	2					1,2,4,5
8	Электрические свойства твердых тел	4	4					1,2,4,5
9	Коррозионные процессы	2			4			1-5
	Всего	26	20		8			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Инновационные подходы и методы преподавания дисциплины

При организации образовательного процесса используется практико-ориентированный подход, который предполагает освоение содержания образования через решения практических задач; метод учебной дискуссии, который предполагает участие студентов в целенаправленном обмене мнениями, идеями для предъявления и/или согласования существующих позиций по определенной проблеме; а также методы развития критического мышления, формирующие навыки работы с информацией в процессе чтения и письма.

Воспитательный потенциал

Воспитательное значение учебной дисциплины «Физическое материаловедение» заключается в развитии у студентов исследовательских умений, креативности, творческой инициативы, ответственности и организованности. Изучение данной учебной дисциплины способствует созданию условий для формирования личности которой присущи стремление к профессиональному совершенствованию, патриотизм, готовность к активному участию в экономической, производственной и социально-культурной жизни страны.

Рекомендуемая литература

Основная

1. Федотов, А. К. Физическое материаловедение. Фазовые превращения в металлах и сплавах : учеб. пособие : в 3 ч. Ч. 2: Фазовые превращения в металлах и сплавах / А. К. Федотов. – Минск : Выш. шк., 2012. – 446 с.
2. Федотов, А. К. Физическое материаловедение : учеб. пособие : в 3 ч. Ч. 1: Физика твердого тела / А. К. Федотов. – Минск : Выш. шк., 2010. – 400 с.
3. Шепелевич, В. Г. Физика металлов и металловедение : лабораторный практикум : учебное пособие / В. Г. Шепелевич. – Минск : Вышэйшая школа, 2012. – 166 с.

Дополнительная

1. Шишкин, А.В. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : учеб. пособие / А. В. Шишкин, В. С. Чередниченко, А. Н. Черепанов ; под ред. В. С. Чередниченко. – 5-е изд., стер. – М. : ОМЕГА-Л, 2009. – 752 с.
2. Углов, В.В. Радиационное материаловедение [Текст]: учеб.пособие/ В.В. Углов. – Минск: БГУ, 2019. – 99с.

Формы контроля знаний:

№ п / п	Форма
1	Выборочный контроль на лекциях
2	Проведение контрольных работ в группе
3	Защита отчетов по лабораторным работам
4	Проведение экзамена по курсу

Примерный перечень тем практических занятий

Тема 1. Атомно-кристаллическое строение твердых тел

Элементы кристаллографии и кристаллофизики.

Тема 2. Диффузия в твердых телах

Механизмы диффузии. Энергия активации диффузии. Факторы, влияющие на коэффициент диффузии. Диффузия в материалах с ГЦК и ОЦК решетками. Диффузия в сплавах. Методы определения коэффициента диффузии.

Тема 3. Диаграммы состояния

Фазы в сплавах. Твердые растворы. Химические соединения. Диаграммы состояния сплавов, образующих ограниченные твердые растворы, образующих неограниченные твердые растворы, образующих химические соединения.

Тема 4. Механические свойства твердых тел

Характеристика механических свойств. Механизмы пластической деформации. Деформационное упрочнение. Ползучесть. Механизмы разрушения металлических кристаллов. Изнашивание и износостойкость материалов.

Тема 5. Тепловые свойства твердых тел

Теплоемкость. Теплопроводность. Тепловое расширение

Тема 6. Электрические свойства твердых тел

Зонная теория твердых тел. Связь физических свойств с поведением электронов. Принцип работы полупроводниковых детекторов.

Примерный перечень тем лабораторных работ

1. Диаграммы состояния.
2. Коррозионные процессы.

Примерный перечень тем контрольной работы

Атомно-кристаллическое строение твердых тел. Дефекты в кристаллах. Диффузия в твердых телах. Диаграммы состояния. Кристаллизация. Механические свойства твердых тел. Тепловые свойства твердых тел. Электрические свойства твердых тел. Коррозионные процессы.

Наименования и виды методических средств:

№ п / п	Наименование	Вид
1	ЭУМК по дисциплине	Электронный файл
2	Методические указания к лабораторным работам.	Электронный и бумажный виды

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях содержания учебной программы изучаемой дисциплины	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Согласование с другими дисциплинами специальности не требуется			