

ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет
«МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Одобрено на заседании Ученого
совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ,
протокол №25.8 от 25.08.2025

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория электронного строения твердых тел

название дисциплины

для направления подготовки

22.04.01 - Материаловедение и технологии материалов

код и название направления подготовки

образовательная программа

Композиты и материалы фотоники

Форма обучения: очная

г. Обнинск

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Теория электронного строения твердого тела» являются:

- приобретение знаний об электронной структуре твердых тел;
- описание магнитных свойств материалов;
- определение и методы расчета энергетических зон, прогнозирование физических свойств (электрических, магнитных, оптических) материалов;
- приобретение знаний о применении металлических магнитных материалов.

Задачами освоения учебной дисциплины «Теория электронного строения твердого тела» являются:

1. приобретение знаний о применении наноматериалов в электронике, в качестве композиционных материалов, сенсорике и др.;
2. умение самостоятельно осуществлять сбор данных, изучать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию по тематике исследования, разрабатывать и использовать техническую документацию в профессиональной деятельности

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Данная дисциплина относится к дисциплинам общенаучного цикла М1.

Для изучения дисциплины необходимы знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся в результате освоения дисциплин – физическое материаловедение, физика конденсированного состояния:
Физическое материаловедение: структура и свойства реальных металлических и неметаллических материалов;

Физика конденсированного состояния: основные понятия и определения физики твердого тела; основные методы исследований и описания металлов, диэлектриков.

Основной задачей курса является ознакомление с основами электронного строения твердых тел, процессами электронного переноса, с областями применения, с перспективами развития металлических систем.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программ

В результате освоения ООП магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенции	Результаты освоения ООП <i>Содержание компетенций (в соответствии с ФГОС)</i>	Перечень планируемых результатов обучения
ПК-1	Способен использовать методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов	3-ПК-1 Знать основные методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов; У-ПК-1 Уметь использовать методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов; В-ПК-1 Владеть навыками моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов.
ПК-2	Способен понимать физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модифицировании, использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, проводить комплексные исследования, применяя стандартные и сертификационные испытания	3-ПК-2 Знать основные физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модифицировании, У-ПК-2 Уметь использовать в исследованиях и расчетах знания о Методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов; В-ПК-2 Владеть навыками проведения Комплексных исследований, применяя стандартные и сертификационные испытания. Владеть методами моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал
------------------	-------------------------	--------------------------

воспитания		дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих: - формирование культуры безопасности при работе с лазерным излучением различного вида; - формирование культуры безопасности при работе с высокомоощными экспериментальными и промышленными установками.	Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин и всех видов практик для: - формирования культуры безопасности лазерного излучения посредством тематического акцентирования в содержании дисциплин и учебных заданий, подготовки эссе, рефератов, дискуссий, а также в ходе практической работы с лазерным оборудованием; - формирования культуры безопасности при работе на высокомоощных экспериментальных и промышленных установках, которые имеют повышенный уровень опасности через выполнение студентами практических и лабораторных работ, в том числе на оборудовании для исследования высокотемпературной плазмы.

Организация интерактивных мероприятий и реализация специализированных заданий с воспитательным и социальным акцентом:

1. Организация научно-практических конференций, встреч с выдающимися учеными и ведущими представителями отраслей в области лазерных и плазменных технологий, круглых столов, и прикладной математики.
2. Участие в студенческих олимпиадах и студенческих конкурсах, конкурсах профессионального мастерства, студенческих научных обществах и объединениях, а также летних школах.
3. Участие в подготовке публикаций в высокорейтинговых международных журналах.
4. Проведение научного семинара студентов и аспирантов отделения лазерных и плазменных технологий.

5. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид работы	Форма обучения очная
	Семестр
	№ 2
	Количество часов на вид работы:
Контактная работа обучающихся с преподавателем	
Аудиторные занятия (всего)	32
В том числе:	
<i>лекции</i>	12
<i>практические занятия</i>	20
<i>лабораторные занятия</i>	0
Промежуточная аттестация	
В том числе:	
<i>Зачет (оценка)</i>	
<i>экзамен</i>	-
Самостоятельная работа обучающихся	
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	40
В том числе:	
<i>проработка учебного (теоретического) материала</i>	24
<i>подготовка к контрольным испытаниям текущего контроля успеваемости (в течение семестра)</i>	10
<i>выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>	
<i>подготовка к зачету</i>	6
Всего (часы):	72
Всего (зачетные единицы):	2

6. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

6.1. Структура учебной дисциплины.

№ п/ п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности и трудоемкость (в часах)			Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Макси- мальный балл за раздел
			Лекции	Практические занятия	Лаб. работы			
2 семестр								
1	Свободные электроны.	1-4	4	4	-	По графику сдачи коллоквиума. По графику сдачи и защиты контрольной работы.	9 Контрольная работа	30
2	Электрон в периодическом потенциале кристалла.	5-8	2	4				
3	Процессы рассеяния электронов.	9-12	2	4	-			
4	Диамагнетизм и парамагнетизм атомов.	13- 15	2	4	-		17 Контрольная работа	30
5	Эмиссия электронов.	16- 18	2	4	-			
Зачет								40
Итого за семестр:								100

6.2. Содержание дисциплины

6.2.1. Лекции

Раздел 1. Модель Друде. Зоны Бриллюэна. Свободные электроны. Уровень и поверхность Ферми. Распределение Ферми. Интегралы Зоммерфельда. Модель Зоммерфельда свободных электронов в металле. Электронная теплоемкость.

Раздел 2. Электрон в периодическом потенциале кристалла. Теорема Блоха. Поверхность Ферми. Плотность электронных уровней. Энергетические зоны. Методы расчета энергетических зон. Экспериментальные методы исследования поверхности Ферми. Электронная ферми-жидкость. Концепция квазичастиц.

Раздел 3. Общий вид кинетического уравнения. Процессы рассеяния электронов. Гальваномагнитные явления. Термоэлектрические и термомагнитные явления. Металл в высокочастотном поле. Поглощение звука в металлах.

Раздел 4. Диамагнетизм и парамагнетизм атомов. Правила Хунда. Магнетизм электронного газа. Типы магнитных взаимодействий. Магнитные структуры. Взаимодействие магнитных степеней свободы с электронными и спиновыми.

Раздел 5. Работа выхода. Эмиссия электронов.

6.2.2. Практические занятия

Раздел (ы)	Тема практического (семинарского) занятия	Литература	Количество аудиторных часов
Свободные электроны.	Интегралы Зоммерфельда. Модель Зоммерфельда свободных электронов в металле.	[1-7]	4
Электрон в периодическом потенциале кристалла.	Электронная ферми-жидкость. Концепция квазичастиц.	[5-7]	4
Процессы рассеяния электронов.	Металл в высокочастотном поле	[6]	4
Диамагнетизм и парамагнетизм	Правила Хунда. Магнетизм электронного газа.	[2-6]	4
Эмиссия электронов.	Работа выхода. Эмиссия электронов.	[7]	4

6.2.3. Лабораторный практикум

-

6.2.4. Курсовые проекты (работы)

-

6.2.5. Самостоятельная работа

1. Гальваномагнитные явления. [7]
2. Термоэлектрические и термомагнитные явления. [4]
3. Металл в высокочастотном поле. [1,7]
4. Поглощение звука в металлах. [6,7]

Контроль самостоятельной работы осуществляется в виде проверки письменных работ по указанным темам, а также при проведении семинарских занятий и рейтинговом контроле.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Ч.Уэрт, Р.Томсон. Физика твердого тела. М.: Мир.1966. 567с.

2. И. И. Новиков. Дефекты кристаллического строения металлов.

М.: Металлургия. 1983. 231 с.

3. Н. Ашпрофт, Н. Нермин. Физика твердого тела. М.: Мир. 1979. в 2-х томах. (400 с. и 422 с.)

8. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

8.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
Текущий контроль			
1.	1. Упругость твердых тел	ПК-1 Способен использовать методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов ПК-2 Способен понимать физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модифицировании, использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, проводить комплексные исследования, применяя стандартные и сертификационные испытания	Контрольная работа 1- Упругость твердых тел
2.	2 Неупругость твердых тел	ПК-1 Способен использовать методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов ПК-2 Способен понимать физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модифицировании, использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, проводить комплексные исследования, применяя стандартные и сертификационные испытания	Контрольная работа 2- Неупругость твердых тел
Промежуточный контроль			
9.	Зачёт с оценкой	ПК-1 Способен использовать методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов ПК-2 Способен понимать физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модифицировании,	Зачётный билет билет

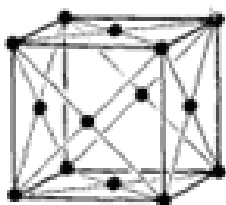
		использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, проводить комплексные исследования, применяя стандартные и сертификационные испытания	
Всего; 3			

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

8.2.1. Зачет

а) типовые вопросы (задания)

1. Определить плотность гранецентрированной кубической решетки.



2. Перечислить возможные термодинамические состояния вещества.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

в) описание шкалы оценивания:

Оценка	Критерии оценки
с 81 до 100 баллов	Студент должен при ответе на вопрос показать уверенное владение: - основами физики взаимодействия заряженных частиц с веществом; - понимании дальнейшей эволюции структуры;; - методами оценочного расчета расчета глубины модифицированного слоя ; - представлять практическую значимость используемой технологии и возможность её реализации превращения и условия его реализации;
с 61 до 80 баллов	Студент должен при ответе на вопрос показать общее владение: основами физики взаимодействия заряженных частиц с веществом; - понимании дальнейшей эволюции структуры;; - методами оценочного расчета расчета глубины модифицированного слоя ; - представлять практическую значимость используемой технологии и возможность её реализации превращения и условия его реализации
с 41 до 60 баллов	Студент при ответе на вопрос демонстрирует неуверенное владение: основами физики взаимодействия заряженных частиц с веществом;

	- понимании дальнейшей эволюции структуры;; - методами оценочного расчета расчета глубины модифицированного слоя ; - представлять практическую значимость используемой технологии и возможность её реализации превращения и условия его реализации.
до 40 баллов	У студента отсутствует систематизированный подход в области Структурно-фазовых превращений при ионно-плазменной обработке.

8.2.2. Вопросы для контрольной работы

а) типовые задания (вопросы) - образец:

1. Перечислить типы взаимодействий между атомами (ионами) или молекулами, составляющими кристаллы.
2. Обсудить возможные технические применения новых материалов на основе углерода.
3. Функция распределения Ферми- Дирака.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

- уровень освоения обучающимся материала, предусмотренного учебной программой;
- умение обучающегося использовать теоретические знания при выполнении заданий и задач;
- обоснованность, четкость, краткость изложения ответа.

в) описание шкалы оценивания:

Отметка «отлично» (в баллах от 37 до 40) ставится, если:

- изученный материал изложен полно, определения даны верно;
- ответ показывает понимание материала;
- обучающийся может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, не только по учебнику и конспекту, но и самостоятельно составленные.

Отметка «хорошо» (в баллах от 34 до 37) ставится, если:

- изученный материал изложен достаточно полно;
- при ответе допускаются ошибки, заминки, которые обучающийся в состоянии исправить самостоятельно при наводящих вопросах;
- обучающийся затрудняется с ответами на 1-2 дополнительных вопроса.

Отметка «удовлетворительно» (в баллах от 30 до 33) ставится, если:

- материал изложен неполно, с неточностями в определении понятий или формулировке определений;
- материал излагается непоследовательно;

–обучающийся не может достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– на 50% дополнительных вопросов даны неверные ответы.

Отметка «неудовлетворительно» (в баллах от 0 до 29) ставится, если:

– при ответе обнаруживается полное незнание и непонимание изучаемого материала;

– материал излагается неуверенно, беспорядочно;

– даны неверные ответы более чем на 50% дополнительных вопросов.

8.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр: контрольная точка № 1 (КТ № 1) и контрольная точка № 2 (КТ № 2).

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	Контрольная точка № 1		
	Оценочное средство № 1.	30	40
	Контрольная точка № 2		
	Оценочное средство № 2.	30	40
Промежуточный	Зачёт с оценкой		
	Оценочное средство		
	Билеты к зачету	0	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

Процедура оценивания знаний, умений, владений по дисциплине включает учет успешности по всем видам заявленных оценочных средств.

По окончании освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в виде экзамена, что позволяет оценить совокупность

приобретенных в процессе обучения компетенций. Зачет предназначен для оценки работы обучающегося в течение всего срока изучения дисциплины и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных обучающимся теоретических знаний. При выставлении итоговой оценки применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов обучения.

Оценка сформированности компетенций на зачете для тех обучающихся, которые не набрали необходимого количества баллов (60) по оценочным средствам, пропускали занятия и не участвовали в проверке компетенций с помощью оценочных средств текущего контроля во время изучения дисциплины, проводится после дополнительной проверки компетенций преподавателем по пропущенным или не усвоенным обучающимся темам с последующей оценкой самостоятельно усвоенных знаний на дополнительных занятиях.

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

9.1. Основная литература

4. Р.Кан. Физическое металловедение. М.: Металлургия, Т.1. 1987. 640с.
5. В.В.Кирсанов, А.Л.Суворов, Ю.В.Трушин. Процессы радиационного дефектообразования в металлах. М.: Энергоатомиздат. 1985. 272с.
6. А.А. Абрикосов. Основы теории металлов. Москва, Наука, 1987.
7. В.С.Хмелевская. Неравновесные состояния в твердом теле. Обнинск: ИАТЭ. 2004. 156с., (30 экз. в библ.)

9.2. Дополнительная литература

1. Г. Николис, И.Пригожин. Самоорганизация в неравновесных системах. М.: Наука. 1979. 232с.

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

Интернет – сайт (<http://www.iatehysics.narod.ru>)

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы НИЯУ МИФИ.