МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ 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

Физика конденсированного состояния

название дисциплины

для направления подготовки

22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов

код и название

образовательная программа

«Плазменные и лазерные технологии материалов»

Форма обучения: очная

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – совершенствование и дальнейшее развитие полученных ранее знаний, как по комплексу основополагающих математических дисциплин, так и по базовым для этой дисциплины разделам физики, то есть, по механике сплошных сред, термодинамике и статфизике, электродинамике и квантовой механике.

Задачи дисциплины – усвоение базовых концепций физики конденсированного состояния вещества, методов решения задач по физике твердого тела, знакомство с постановками классических физических экспериментов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) БАКАЛАВРИАТА

Дисциплина реализуется в рамках обязательной части и относится к общепрофессиональному модулю.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: физика, химия, математический анализ, аналитическая геометрия, теоретическая механика и теория упругости, фазовые равновесия и структурообразование.

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: материаловедение и технологии материалов фотоники, механика материалов, математическое моделирование физических процессов, производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика, производственная практика: научно-исследовательская работа.

Дисциплина изучается на 3, 4 курсах в 6, 7 семестрах.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1	Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, общеинженерные и естественнонаучные знания	З-ОПК-1 знать фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы У-ОПК-1 уметь применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера; В-ОПК-1 владеть навыками моделирования, математического анализа, а также решать задачи в области естественнонаучных и общеинженерных знаний

ОПК-4	Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.	З-ОПК-4 знать основные методы проведения экспериментальных исследований, контроля и диагностики; У-ОПК-4 уметь пользоваться современными средствами измерения, контроля и обработки экспериментальных данных; В-ОПК-4 владеть навыками выбора методик и оборудования для проведения экспериментальных исследований и измерений, а также обработки и представления полученных экспериментальных данных.
ОПК-5	Способен решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств	З-ОПК-5 знать основные прикладные аппаратно- программные средства, применяемые для решения научно-исследовательских задач в области профессиональной деятельности; У-ОПК-5 уметь пользоваться типовыми аппаратно-программными средствами для решения научно-исследовательских задач в области профессиональной деятельности; В-ОПК-5 владеть навыками использования стандартных пакетов прикладных программ для решения научно-исследовательских задач.
УКЕ-1	Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	З-УКЕ-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-УКЕ-1 уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи В-УКЕ-1 владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/целивоспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих: - формирование культуры безопасности при работе с лазерным излучением различного вида; - формирование культуры безопасности при работе с высокомощными 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 высокомощных 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 РАБОТУОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НАСАМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Вид работы	**Количество часов на вид работы по семестрам:**		
	№ 6	**№ 7**	**Всего**
Контактная работа обучающихся с преподавателем			
Аудиторные занятия ***(всего)***	64	64	128
В том числе:			
лекции	32	32	64
практические занятия	32	32	64
лабораторные занятия	-	-	-
Промежуточная аттестация			
В том числе:			
зачет с оценкой			
экзамен	-	-	-
Самостоятельная работа обучающихся	8	8	**16**
Всего (часы):	**108**	**108**	**216**
Всего (зачетные единицы):	**3**	**3**	**6**

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

6.1. Разделы дисциплины итрудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

Неделя	**Наименование раздела / темы дисциплины**	**Виды учебной работы**				
		Лек	**Пр**	**Лаб**	**Внеауд**	**СРО**
	1. Периодические структуры					
1-8	1.1 Периодические структуры	8	8	-		2
9-12	1.2 Колебания решетки	8	8	-		2
13-14	1.3 Электронные состояния	8	8	-		2
15-16	1.4 Электрические свойства твердых тел	8	8	-		2
	Итого за 6 семестр:	**32**	**32**	**-**		**8**
	2. Свойства тел					
1-2	2.1 Рентген и структура	6	6	-		1
3-4	2.2 Дефекты в твердых телах	6	6	-		1
5-6	2.3 Магнетизм	6	6	-		2
7-8	2.4 Сверхпроводимость и сверхтекучесть	6	6	-		2
9-16	2.5 Полупроводники и диэлектрики	8	8	-		2
	Итого за 7 семестр:	**32**	**32**	**-**		**8**
	Всего:	**64**	**64**	**-**		**16**

Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия,

Внеауд – внеаудиторная контактная работа, СРО – самостоятельная работа

6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
	1. Периодические структуры	
1-8	1.1 Периодические структуры	Трансляционная симметрия. Ячейка Вигнера-Зейтца. Периодические функции. Свойства обратной решетки. Зона Бриллюэна. Приведение к зоне Бриллюэна. Граничные условия.
9-12	1.2 Колебания решетки	Динамика решетки. Свойства колебаний решетки. Удельная теплоемкость решетки. Модели Эйнштейна и Дебая. Ангармонизм и тепловое расширение. Спектральная плотность колебаний. Дифракция на кристалле. Фононы. Фактор Дебая-Уоллера.
13-14	1.3 Электронные состояния	Одномерные квантовые задачи, Свободные электроны. Ферми статистика, фермионы. Энергия Ферми, поверхность Ферми, плотность состояний. Электронная теплоемкость, парамагнитная восприимчивость Электронная зонная структура. Закон дисперсии электронов.. Квазиимпульс. Закон дисперсии электронов. Эффективная масса. Металлы, диэлектрики, полупроводники. Зонная структура в приближении сильной и слабой связи.
15-16	1.4 Электрические свойства твердых тел	Электропроводность, температурная зависимость, электрон-фононное взаимодействие, остаточное сопротивление Эффект Холла, гальвано-магнитные эффекты, скин эффект, циклотронный резонанс.
	2. Свойства тел	
1-2	2.1 Рентген и структура	Дифракция рентгеновских лучей и нейтронов в кристаллах. Упругое и неупругое рассеяние. Атомный и структурный факторы. Дифракция в аморфных веществах.
3-4	2.2 Дефекты в твердых телах	Междоузельные атомы и вакансии, дислокации, примесные атомы. Диффузия. Дефекты Френкеля и Шоттки.

5-6	2.3 Магнетизм	Ферромагнетизм, температура Кюри. Обменное взаимодействие. Домены и доменные стенки. Спиновые волны. Магноны. Однодоменность, петля гистерезиса, суперпарамагнетизм. Магнитная запись и другие приложения магнитных наночастиц

7-8	2.4 Сверхпроводимость и сверхтекучесть	Критерий сверхтекучести Ландау, фононы и ротоны Эффект Мейснера, глубина проникновения магнитного поля Куперовские пары, длина когерентности, Эффект Джозефсона, ВТСП.
9-16	2.5 Полупроводники и диэлектрики	Валентная зона. Электроны и дырки. Электропроводность. Плотность носителей тока. Собственная и примесная проводимости. Донорные и акцепторный уровни. Химический потенциал. потенциал. P-n переход. Экситоны.

Практические/семинарские занятия

Неделя	**Наименование раздела / темы дисциплины**	**Содержание**
	1. Периодические структуры	
1-8	1.1 Периодические структуры	Трансляционная симметрия. Ячейка Вигнера-Зейтца. Периодические функции. Свойства обратной решетки. Зона Бриллюэна. Приведение к зоне Бриллюэна. Граничные условия.
9-12	1.2 Колебания решетки	Динамика решетки. Свойства колебаний решетки. Удельная теплоемкость решетки. Модели Эйнштейна и Дебая. Ангармонизм и тепловое расширение. Спектральная плотность колебаний. Дифракция на кристалле. Фононы. Фактор Дебая-Уоллера.
13-14	1.3 Электронные состояния	Одномерные квантовые задачи, Свободные электроны. Ферми статистика, фермионы. Энергия Ферми, поверхность Ферми, плотность состояний. Электронная теплоемкость, парамагнитная восприимчивость Электронная зонная структура. Закон дисперсии электронов.. Квазиимпульс. Закон дисперсии электронов. Эффективная масса. Металлы, диэлектрики, полупроводники. Зонная структура в приближении сильной и слабой связи.
15-16	1.4 Электрические свойства твердых тел	Электропроводность, температурная зависимость, электрон-фононное взаимодействие, остаточное сопротивление Эффект Холла, гальвано-магнитные эффекты, скин эффект, циклотронный резонанс.
	2. Свойства тел	
1-2	2.1 Рентген и структура	Дифракция рентгеновских лучей и нейтронов в кристаллах. Упругое и неупругое рассеяние. Атомный и структурный факторы. Дифракция в аморфных веществах.

3-4	2.2 Дефекты в твердых телах	Междоузельные атомы и вакансии, дислокации, примесные атомы. Диффузия. Дефекты Френкеля и Шоттки.
5-6	2.3 Магнетизм	Ферромагнетизм, температура Кюри. Обменное взаимодействие. Домены и доменные стенки. Спиновые волны. Магноны. Однодоменность, петля гистерезиса, суперпарамагнетизм. Магнитная запись и другие приложения магнитных наночастиц
7-8	2.4 Сверхпроводимость и сверхтекучесть	Критерий сверхтекучести Ландау, фононы и ротоны Эффект Мейснера, глубина проникновения магнитного поля Куперовские пары, длина когерентности, Эффект Джозефсона, ВТСП.
9-16	2.5 Полупроводники и диэлектрики	Валентная зона. Электроны и дырки. Электропроводность. Плотность носителей тока. Собственная и примесная проводимости. Донорные и акцепторный уровни. Химический потенциал. потенциал. P-n переход. Экситоны.

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Успехи физических наук
2. Review of Modern Physics (APS Publisher)
3. Physical Review Letters (APS Publisher)
4. Physical Review B (Condensed Matter) (APS Publisher)
5. Journal of Applied Physics (AIP Publisher)
6. Applied Physics Letters (AIP Publisher)
7. Journal of Physics C: Condensed Matter (IOP Publisher)
8. Journal of Physics B: Applied Physics (IOP Publisher)

8. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная учебная литература:

1. Ч. Киттель, Введение в физику твердого тела, «Наука», Москва, 1989.
2. Н.Б. Брандт, С.М. Чудинов, Электронная структура металлов. Из-во МГУ, 1973.
3. В.Л. Бонч-Бруевич, С.Г. Калашников, Физика полупроводников. «Наука», Москва, 1977.
4. А.М. Косевич, Основы механики кристаллической решетки. «Наука», Москва, 1972.
5. П. Гроссе, Свободные электроны в твердых телах. «Мир», Москва, 1982.
6. Дж. Займан, Принципы теории твердого тела. «Мир», Москва, 1974.
7. Н. Ашкрофт, Н. Мермин. Физика твердого тела. В 2-х томах. «Мир», Москва, 1979.
8. С.В. Вонсовский, М.И. Кацнельсон. Квантовая физика твердого тела. «Наука», Москва, 1983.
9. П.В. Павлов, А.Ф. Хохлов. Физика твердого тела, «Высшая школа», Москва, 2000.

б) дополнительная учебная литература:

1. А.С. Давыдов, Теория твердого тела. «Наука», Москва, 1976.
2. У. Харрисон, Теория твердого тела. «Мир», Москва, 1972.
3. О. Маделунг, Теория твердого тела. «Наука», Москва, 1980.
4. Ф.Дж. Блат, Теория подвижности электронов в твердых телах
5. А.А. Абрикосов, Введение в теорию нормальных металлов. «Наука», Москва, 1976.
6. Дж. Рейсленд. Физика фононов. «Мир», Москва, 1975.
7. И.М. Лифшиц, М.Я. Азбель, М.И. Каганов, Электронная теория металлов. «Наука», Москва, 1971.
8. Г. Лейбфрид, Микроскопическая теория механических и тепловых свойств кристаллов. «Физ-Мат-Лит», 1963.
9. Задачи по физике твердого тела, ред. Г.Дж. Голдсмит, Наука, Москва, 1976

9.ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙСЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. 1www.nature.com,
2. www.elsevier.com,
3. www.sciencedirect.com,

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении темы «**Периодические структуры в твердых телах**» необходимо *обратить внимание* на следующие моменты:

- существование в природе как решеток Браве, так и решеток с базисом;
- неоднозначность выбора элементарной ячейки кристаллической структуры;
- возможность введения обратной решетки в пространстве волновых векторов (фактически – в пространстве Фурье) к любой из двумерных или трехмерных решеток Браве в прямом пространстве.

При изучении темы «**Колебания решетки»** следует *обратить внимание* на следующие моменты:

- общую структуру решений уравнений движения атомов кристаллической решетки в виде плоских волн, с которой естественно связаны такие понятия как волновой вектор, частота и поляризация волны; закон дисперсии собственных колебаний, пр.
- существование трех акустических, и нескольких оптических (для решеток с базисом) мод колебаний. Необходимо уяснить принципиальную разницу между этими модами в длинно-волновом пределе и принять во внимание существование щелей в частотном спектре собственных колебаний решетки с базисом.
- уяснить квантово-механическую систематику фононных состояний в кристалле, которая описывается волновым вектором и номером моды колебаний. Запомнить, что полное число нормальных колебаний решетки равно ее числу степеней свободы.
- внимательно разобрать основополагающую квантовую задачу о гармоническом осцилляторе.

Обратить внимание на эквидистантность энергетического спектра осциллятора и существование энергии нулевых колебаний.

- именно эквидистантность энергетического спектра осциллятора позволяет естественным образом ввести понятие о квазичастицах – фононах, число которых, однако, не фиксировано. В отличие от обычных частиц, фононы могут появляться и исчезать.

При изучении темы «**Электронные состояния»** следует *обратить внимание* на следующие моменты:

- существования двух понятий для идеального газа Ферми – энергии Ферми, ε_F, и химического потенциала μ, которые не совпадают. Полезно осознать переход к пределу невырожденного электронного газа в пределе высоких температур, $T >> \varepsilon_F/k_B$. Полезно запомнить, что электронная теплоемкость газа Ферми пропорциональна первой степени температуры, в то время как фононная теплоемкость решетки пропорциональна третьей степени температуры.
- обратить особое внимание на связь понятий расширенной и приведенной электронной зонной структуры, которые весьма широко используются в ФКС. Разобрать отличие электронной зонной структуры для щелочных и благородных металлов.
- разобрать введение электронных и дырочных состояний для электронов со сложным законом дисперсии.
- запомнить, что хим. потенциал собственного полупроводника при достаточно низких температурах близок к середине запрещенной зоны, а хим потенциал примесного (донорного) полупроводника при низких температурах лежит в промежутке между донорным уровнем и дном зоны проводимости.

При изучении темы «**Кинетические свойства твердых тел»** следует *обратить внимание* на следующие моменты:

- квазиклассические уравнения движения электронов в кристалле применимы лишь в умеренном (не квантующем) внешнем магнитном поле.
- следует научиться строить траектории электронов и дырок во внешнем магнитном поле (в отсутствие процессов рассеяния) с учетом сложной топологии Ферми поверхности металла. Понять разницу междуоткрытыми и замкнутыми траекториями.
- понять причины по которым температурные зависимости электро- сопротивления в металле и полупроводнике существенно различаются.
- на примере термо- электрических явлений освоить понятие о наборе кинетических коэффициентов металла, которые описывают его отклик на внешние термодинамические силы.
- подробно разобрать основополагающую квантово-механическую задачу о свободном электроне в квантующем магнитном поле.

При изучении темы «**Оптика металлов, полупроводников и диэлектриков»** следует *обратить внимание* на следующие моменты:

- введение комплексной диэлектрической проницаемости среды позволяет с единой точки зрения описывать высокочастотные свойства диэлектриков, металлов, полупроводников, и вообще плазмо- подобных сред.

- через комплексную диэлектрическую проницаемость среды выражается, в частности, и коэффициент отражения плоской электромагнитной волны от границы раздела сред.

При изучении темы «**Экранирование и поверхностные эффекты»** следует *обратить внимание* на следующие моменты:

- неоднородный электронный газ может находиться в состоянии термодинамического равновесия. При этом электронная концентрация неоднородна, а в газе существует стационарное электрическое поле. Однако, в силу соотношения Эйнштейна, токи проводимости и токи диффузии в точности компенсируют друг друга в каждой точке пространства.
- экранирование сторонних электрических зарядов в электронном газе достигается как раз за счет неоднородного перераспределения электронной плотности. В простейших случаях это перераспределение описывается одной константой, например, длиной экранирования Дебая.

в электронном газе, движущемся на фоне положительного компенсирующего заряда ионов, возможны продольные колебания электронной плотности, которые происходят с плазменной частотой. При этом в металле существует переменное электрическое поле, но переменное магнитное поле при этом отсутствует, что невозможно в вакууме.

- работа выхода электрона из металла аналогична потенциалу ионизации уединенного атома. Метал, в принципе можно рассматривать как большой коллективный атом.
- контактная разность потенциалов связана с отличием работ выхода двух различных контактирующих металлов. В области их контакта существует переходная область (двойной электрический слой) где электрический потенциал и электронная плотность неоднородны.

При изучении тем «**Магнетизм», «Сверхпроводимость и сверхтекучесть»** следует *обратить внимание* на следующие моменты:

- ферромагнетизм есть следствие обменного взаимодействия электронов, то есть зависимости квантовомеханической полной энергии системы от конфигурации спинов электронов. Обменная энергия имеет минимум, когда спины всех электронов параллельны друг другу. Однако, в макроскопически большом теле параллельная конфигурация всех спинов приводит к большой магнетостатической энергии тела. Разбиение тела на магнитные домены ведет к уменьшению магнетостатической, и полной энергии тела, хотя при этом обменная энергия системы несколько увеличивается.
- однодоменные ферромагнитные наночастицы являются природными постоянными магнитами, которые практически невозможно размагнитить.
- переход в сверхпроводящее состояние, как и образование ферромагнитного порядка в теле, есть кооперативный эффект, который связан с образованием энергетической щели в спектре электронных возбуждений и понижением энергии электрон-фононной системы.
- замечательным свойством сверхпроводящего состояния является диамагнетизм, то есть выталкивание внешнего магнитного потока из объема сверхпроводника. Этим свойством сверхпроводник радикально отличается от случая проводника с весьма малым (в пределе – нулевым) электрическим сопротивлением, в котором магнитное поле может стационарно существовать в зависимости от начальных условий.

11. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешенном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

1) Создание и управление классами,
2) Создание курсов,
3) Организация записи учащихся на курс,
4) Предоставление доступа к учебным материалам для учащихся,
5) Публикация заданий для учеников,
6) Оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения,
7) Организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к доменуoiate.ru.

11.1 Перечень информационных технологий

– консультирование посредством электронной почты;
– использование электронных презентаций при проведении практических занятий.

11.2 Перечень программного обеспечения

– Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель «Windows Media Player»);
– Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).

11.3 Перечень информационных справочных систем

4. www.nature.com,
5. www.elsevier.com,
6. www.sciencedirect.com,

12. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебная аудитория для проведения учебных занятий № 1-234
Специализированная мебель:
Доска меловая- 1 шт.,
Стол преподавателя – 1 шт.;
Стол двухместный – 22 шт.,

Стул – 45 шт. ауд.

13. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

13.1 Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

- Планомерная организация последовательности различных видов аудиторных занятий (лекций, практических занятий и лабораторных работ) в сочетании с внеаудиторной работой студента
- При изложении всех разделов (тем) указание на связь с учебным материалом других дисциплин учебного плана, а также практическими приложениями
- Систематические индивидуальные консультации
- Стимулирование использования в процессе обучения компьютерной техники и информационных технологий

13.2 Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки

Темы, выносимые для самостоятельного изучения.

1. Связь и структура кристаллов [1-3]
2. Дефекты кристаллического строения [1,4]
3. Кристаллизация, диаграммы равновесия и микроструктура сплавов [3]
4. Фазы и фазовые переходы в двух-компонентных системах [1,4]
5. Пластическая деформация. [3]
6. Железо и фазы системы железо-углерод [1,4]
7. Диаграммы тройных систем [1,4]
8. Легированные стали [1,3]
9. Цветные металлы [1,3]

Контроль самостоятельной работы осуществляется при проведении практических занятий, рейтинговом контроле.

14. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а так же, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний обучающихся на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий.
Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на

соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.)
С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополни-тельной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае обучающийся предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

Для **лиц с нарушением зрения** допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а так же использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.
Оценка знаний обучающихся на практических занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литера-туры и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия обучающийся может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия обучающийся должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.
Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем обучающийся в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

Программу составил:

А.В. Терёхин, доцент, к. ф.-м. н.

Рецензент (ы):

О.А. Плаксин, профессор, д.ф.-м