

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА И НАНОСИСТЕМ

ОДОБРЕНО

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИКА СИЛЬНОКОРРЕЛИРОВАННЫХ СИСТЕМ (PHYSICS OF STRONGLY
CORRELATED SYSTEMS)

Направление подготовки
(специальность)

[1] 03.04.01 Прикладные математика и физика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
3	3	108	32	0	0		76	0	3
Итого	3	108	32	0	0	0	76	0	

АННОТАЦИЯ

В курсе дается систематическое изложение теории сильнокоррелированных электронных систем, основных экспериментальных фактов и применений.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Задача курса – показать состояние одного из перспективных разделов современной физики твердого тела, дать основные подходы и теоретические модели.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Цикл: М2 – профессиональный цикл, вариативная часть.

При освоении дисциплины предполагается, что студенты знакомы с содержанием таких курсов, как уравнения математической физики, теория поля, квантовая механика, атомная физика, спектроскопия, физика твердого тела, взаимодействие излучения с веществом,.

В результате изучения курса студент должен знать основные модели и применения систем с сильными электронными корреляциями.

Овладение данной дисциплиной необходимо выпускникам магистерской программы «Физика твёрдого тела и фотоника» профиля подготовки «Физика конденсированного состояния вещества» для следующих областей профессиональной деятельности по исследованию и разработке:

- установок и систем в области физики конденсированного состояния вещества;
- новых перспективных материалов с магнитными и сверхпроводящими свойствами.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

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

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
проведение научных и аналитических исследований по отдельным разделам (этапам, заданиям)	запланированные этапы исследования; результаты наблюдений и измерений;	ПК-1 [1] - Способен самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать,	З-ПК-1[1] - Знать основные методы и принципы научных исследований, математического

<p>темы (проекта) в рамках предметной области по профилю специализации в соответствии с утвержденными планами и методиками исследований; участие в проведении наблюдений и измерений, выполнении эксперимента и обработке данных с использованием современных теоретических моделей, экспериментальных данных и компьютерных технологий; участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений, в проведении аналитических исследований в предметной области по профилю специализации, выбор методов и подходов к решению поставленной научной проблемы, формулировка математической модели явления, аналитические и численные расчеты; участие в разработке новых алгоритмов и компьютерных программ для научно-</p>	<p>физические, математические и компьютерные модели явления; компьютерные программы и алгоритмы для научно-исследовательских и прикладных целей.</p>	<p>исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.022, 29.004</p>	<p>моделирования, основные проблемы профессиональной области, требующие использования современных научных методов исследования для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств. ; У-ПК-1[1] - Уметь ставить и решать прикладные исследовательские задачи, оценивать результаты исследований; проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива; В-ПК-1[1] - Владеть навыками выбора и использования математических моделей для научных исследований и (или) разработки новых технических средств самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы.</p>
---	--	---	--

<p>исследовательских и прикладных целей.</p> <p>проведение научных и аналитических исследований по отдельным разделам (этапам, заданиям) темы (проекта) в рамках предметной области по профилю специализации в соответствии с утвержденными планами и методиками исследований; участие в проведении наблюдений и измерений, выполнении эксперимента и обработке данных с использованием современных теоретических моделей, экспериментальных данных и компьютерных технологий; участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений, в проведении аналитических исследований в предметной области по профилю специализации, выбор методов и подходов к решению поставленной научной проблемы, формулировка математической модели явления,</p>	<p>запланированные этапы исследования; результаты наблюдений и измерений; физические, математические и компьютерные модели явления; компьютерные программы и алгоритмы для научно-исследовательских и прикладных целей.</p>	<p>ПК-2 [1] - Способен критически оценивать применяемые методики и методы исследования</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.022, 26.003</p>	<p>З-ПК-2[1] - Знать методики оценки и выбора методов исследования.; У-ПК-2[1] - Уметь критически оценивать применяемые методики и методы исследования; В-ПК-2[1] - Владеть навыками оценки методов исследования по выбранным критериям.</p>
--	---	---	--

<p>аналитические и численные расчеты; участие в разработке новых алгоритмов и компьютерных программ для научно-исследовательских и прикладных целей.</p>			
<p>Проведение научных и аналитических исследований по отдельным разделам (этапам, заданиям) темы (проекта) в рамках предметной области по профилю специализации в соответствии с утвержденными планами и методиками исследований; участие в проведении наблюдений и измерений, выполнении эксперимента и обработке данных с использованием современных теоретических моделей, экспериментальных данных и компьютерных технологий.</p>	<p>Запланированные этапы исследования; результаты наблюдений и измерений.</p>	<p>ПК-20.1 [1] - Способен пользоваться основными теоретическими моделями физики конденсированного состояния вещества, взаимодействия излучения с веществом в конденсированном состоянии, моделями фазовых переходов и физики сверхпроводимости, экспериментальными методами исследования структурных и электронных свойств, современными достижениями физики сверхпроводимости, полупроводников и гетероструктур.</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 26.003</p>	<p>З-ПК-20.1[1] - знать основные теоретические модели физики конденсированного состояния вещества, модели взаимодействия оптического излучения с веществом, классификацию фазовых переходов, основные экспериментальные факты и применения физики сверхпроводимости и криогенной техники, современные достижения физики полупроводников и гетероструктур; У-ПК-20.1[1] - уметь сформулировать теоретическую и математическую модель для изучаемой задачи физики конденсированного состояния вещества, провести необходимые расчеты величин и оценки параметров; В-ПК-20.1[1] - владеть основными теоретическими моделями физики конденсированного состояния вещества, взаимодействия излучения с веществом, физики фазовых переходов и</p>

	педагогический		сверхпроводимости
<p>Проведение семинарских и лабораторных занятий со студентами по курсам из области физики конденсированного состояния вещества: физика твёрдого тела, физика полупроводников, наноструктур, низких температур, сверхпроводимости и взаимодействия излучения с веществом; проведение практикумов и лабораторных работ по учебным курсам, связанным с математическим моделированием в физике конденсированного состояния вещества; организация и проведение контрольных и самостоятельных работ, тестирований и других контрольных мероприятий по курсам из области физики конденсированного состояния вещества.</p>	<p>Занятия по профильным предметам в университете.</p>	<p>ПК-12 [1] - Способен преподавать специальные дисциплины в области общей, прикладной и фундаментальной физики, включая проведение лабораторных работ</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 01.003</p>	<p>3-ПК-12[1] - Знать основные цели и задачи, особенности содержания и организации педагогического процесса на основе компетентностного подхода; психологические особенности обучающихся, особенности педагогического взаимодействия в условиях изменяющегося образовательного пространства. ; У-ПК-12[1] - Уметь организовывать образовательно-воспитательный процесс в изменяющихся социокультурных условиях; применять психолого-педагогические знания в области общей, прикладной и фундаментальной физики. ; В-ПК-12[1] - Владеть навыками преподавания специальных дисциплин в области общей, прикладной и фундаментальной физики, включая проведение лабораторных работ.</p>
<p>проведение семинарских и лабораторных занятий со студентами по курсам из области физики</p>	<p>занятия по профильным предметам в университете</p>	<p>ПК-22.1 [1] - Способен пользоваться основными теоретическими моделями физики конденсированного состояния вещества,</p>	<p>3-ПК-22.1[1] - знать основные теоретические модели физики конденсированного состояния вещества, современные достижения физики</p>

<p>конденсированного состояния вещества: физика твёрдого тела, физика полупроводников, наноструктур, низких температур, сверхпроводимости и взаимодействия излучения с веществом; проведение практикумов и лабораторных работ по учебным курсам, связанным с математическим моделированием в физике конденсированного состояния вещества; организация и проведение контрольных и самостоятельных работ, тестирований и других контрольных мероприятий по курсам из области физики конденсированного состояния вещества.</p>		<p>экспериментальными методами исследования структурных и электронных свойств, современными достижениями физики полупроводников и гетероструктур</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 01.003</p>	<p>полупроводников и гетероструктур ; У-ПК-22.1[1] - уметь сформулировать теоретическую и математическую модель для задачи физики твердого тела; В-ПК-22.1[1] - владеть экспериментальными методами исследования структурных и электронных свойств</p>
<p>сбор и анализ информационных источников и исходных данных для планирования и разработки исследовательских проектов; подготовка исходных данных для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа; участие в разработке и реализации проектов</p>	<p>инновационный; научно-технические и организационные решения</p>	<p>ПК-22.3 [1] - Способен ориентироваться в основных фазовых переходах, основных теоретических подходах к их описанию и исследованию, основных экспериментальных фактах физики сверхпроводимости и криогенной техники, их применениях в экспериментальной технике и промышленности</p>	<p>З-ПК-22.3[1] - знать классификацию фазовых переходов, основные экспериментальные факты и применения физики сверхпроводимости и криогенной техники ; У-ПК-22.3[1] - уметь предложить схему эксперимента для исследования фазовых переходов в современных материалах, применения современных</p>

исследовательской и инновационной направленности в команде исполнителей.		<i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.022	сверхпроводящих материалов ; В-ПК-22.3[1] - владеть основными теоретическими моделями и экспериментальными фактами физики фазовых переходов и сверхпроводимости
--	--	--	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>3 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	16/0/0		25	КИ-8	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12, 3-ПК-20.1, У-ПК-20.1, В-ПК-20.1, 3-ПК-

							22.1, У- ПК- 22.1, В- ПК- 22.1, 3-ПК- 22.3, У- ПК- 22.3, В- ПК- 22.3
2	Часть 2	9-16	16/0/0		25	КИ-16	3-ПК- 1, У- ПК-1, В- ПК-1, 3-ПК- 2, У- ПК-2, В- ПК-2, 3-ПК- 12, У- ПК- 12, В- ПК- 12, 3-ПК- 20.1, У- ПК- 20.1, В- ПК- 20.1, 3-ПК- 22.1, У- ПК- 22.1, В- ПК- 22.1, 3-ПК-

							22.3, У- ПК- 22.3, В- ПК- 22.3
	<i>Итого за 3 Семестр</i>		32/0/0		50		
	Контрольные мероприятия за 3 Семестр				50	3	У- ПК- 20.1, В- ПК- 20.1, 3-ПК- 22.1, У- ПК- 22.1, В- ПК- 22.1, 3-ПК- 22.3, У- ПК- 22.3, В- ПК- 22.3, 3-ПК- 1, У- ПК-1, В- ПК-1, 3-ПК- 2, У- ПК-2, В- ПК-2, 3-ПК- 12, У- ПК- 12, В- ПК- 12, 3-ПК- 20.1

* – 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:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>3 Семестр</i>	32	0	0
1-8	Часть 1	16	0	0
1	Тема 1 Типы основного состояния твердых тел. Понятие о сильнокоррелированных электронных системах (СКЭС). Примеры систем с необычным основным состоянием. Роль размерности и электронных корреляций в формировании основного состояния.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Тема 2 Основные взаимодействия в металлах и их конкуренция в формировании основного состояния и физических свойств. Косвенное обменное взаимодействие, гибридизация и Кондовское взаимодействие, потенциал кристаллического электрического поля, взаимодействие с решеткой.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Тема 3 Эффект Кондо. Фундаментальные отличия систем на основе ионов с частично заполненными атомными оболочками (3,4,5)d, 4f и 5f электронов.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Тема 4 Стекольное состояние. Фрустрация. Теплоемкость и магнитная восприимчивость спинового стекла. Эффекты памяти. Транспортные свойства систем в стекольном состоянии. Киральное спиновое стекло.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	Тема 5 Слоистые магнитные системы. Гиганское магнитосопротивление (ГМС). Основные типы мультислойных систем. Магнитные полупроводники. Манганиты. Природа фазового расслоения. Электронное и магнитопримесное расслоения фаз. Применение ГМС.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	Тема 6 Магнитные туннельные структуры (МТС). Классический и магнитный туннельные переходы. Модель Жульера МТС. Материалы для МТС. Магнитные туннельные контакты на основе манганитов. Спиновые детекторы. Эффекты переключения в МТС. Детектирующие свойства МТС.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0

7	Тема 7 Тяжелые фермионы (ТФ). Сравнение физических свойств ТФ и нормальных металлов. Решетка Кондо. Концепция Ферми-жидкости Ландау. Соотношения Зомерфельда и Кадоваки-Вуда. Модель Андерсона. Модель Дониаха. Композитные фермионы.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Тема 8 Кондо изоляторы. Аналогия с полупроводниками. Переход изолятор-металл в изоляторе Кондо под действием магнитного поля. Сверхпроводимость в соединениях с тяжелыми фермионами. Нефононный механизм сверхпроводимости.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Часть 2	16	0	0
9 - 10	Тема 9 Квантовая критичность. Роль квантовых флуктуаций. Переход классическая критичность – квантовая критичность. Квантовая критичность, как основа возникновения высокотемпературной сверхпроводимости и состояния с тяжелыми фермионами.	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	Тема 10 Низкоразмерные системы. Пайерлсовская неустойчивость на примере одномерного металла. Электронная восприимчивость (функция Линхарда). Жидкость Томанаго-Латинжера. Спиново-зарядовое расслоение. Вигнеровская кристаллизация. Переход спин-Пайерлса. Зарядовое упорядочение. Фрелиховская проводимость.	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 14	Тема 11 Волны зарядовой (ВЗП) и спиновой плотности (ВСП). Коллективный вклад в проводимость. Узкополосная генерация и ступеньки Шапиро. Полупроводниковая модель ВЗП. Квазидвумерные соединения с ВЗП.	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
15 - 16	Тема 12 Технические приложения СКЭС: термоэлектрические преобразователи энергии; магнетокалорические преобразователи; высокотеплоемкие добавки к сверхпроводникам; инвары; механические приводы; системы с коллапсом f-электронной оболочки.	Всего аудиторных часов		
		4	0	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

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При освоении данной дисциплины основную роль играют аудиторские занятия с применением компьютерных технологий и в виде лекций и самостоятельная работа студентов, заключающаяся в изучении пройденного материала и подготовке к письменным тестам. Для того чтобы дать современное состояние физики сильнокоррелированных систем, предусмотрено широкое использование современных научных работ и публикаций по данной теме. Рекомендуется посещение студентами научных семинаров и конференций, в том числе, проводимых в рамках Научной сессии НИЯУ МИФИ, а также в других московских университетах и институтах.

6. 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)
ПК-1	З-ПК-1	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1	З, КИ-8, КИ-16
ПК-12	З-ПК-12	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-12	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-12	З, КИ-8, КИ-16
ПК-2	З-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16
ПК-22.1	З-ПК-22.1	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-22.1	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-22.1	З, КИ-8, КИ-16
ПК-22.3	З-ПК-22.3	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-22.3	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-22.3	З, КИ-8, КИ-16
ПК-20.1	З-ПК-20.1	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-20.1	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-20.1	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-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.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 538.9 Б87 Квазичастицы в физике конденсированного состояния : , Москва: Физматлит, 2016
2. ЭИ Б 87 Квазичастицы в физике конденсированного состояния : учебное пособие, Москва: Физматлит, 2010
3. ЭИ М 34 Материаловедение сверхпроводников на основе ВТСП, дигборида магния и пниктидов : Учебное пособие, М.: НИЯУ МИФИ, 2019
4. 539.2 М 34 Материалы современной электроники и спинтроники : , Москва: Физматлит, 2019
5. ЭИ К31 Методы Монте-Карло для физических систем : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2015

6. ЭИ Б 22 Моноксид европия для спинтроники : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
7. ЭИ А 76 Основы спинтроники : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
8. 620 Ф50 Физическое материаловедение Т.8 Сверхпроводящие материалы, Москва: НИЯУ МИФИ, 2021
9. 53 К31 Квантовые сильнокоррелированные системы: современные численные методы : учебное пособие для вузов, В. А. Кашурников, А. В. Красавин, Москва: МИФИ, 2007
10. ЭИ К31 Квантовые сильнокоррелированные системы: современные численные методы : учебное пособие для вузов, В. А. Кашурников, А. В. Красавин, Москва: МИФИ, 2007
11. 539.2 Ф50 Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твердого тела : учебное пособие для вузов, В. И. Троян [и др.], Москва: МИФИ, 2008
12. 539.2 К55 Введение в нанотехнологию : , Н. Кобаяси, М.: Бином, Лаборатория знаний, 2008

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Т 41 Возбуждения в двумерных сильнокоррелированных электронных и электронно-дырочных системах : Высшая школа физики / ред. коллегия серии: В.П. Смирнов пред. [и др.]; вып. 3, Москва: МЭИ, 2016
2. 538.9 К 90 Физика наносистем : , Москва: ФИЗМАТЛИТ®, 2022
3. 539.2 И39 Электронная структура соединений с сильными корреляциями : , Москва. Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2009
4. 539.2 П58 Лекции по физике поверхности Ч.1 , , М.: МИФИ, 1994
5. 539.2 А98 Физика твердого тела Т.1 , , М.: Мир, 1979
6. 539.2 А98 Физика твердого тела Т.2 , , М.: Мир, 1979
7. 539.2 А67 Квантовая теория кристаллических твердых тел : , А. Анималу, М.: Мир, 1981
8. 538.9 З-56 Физика поверхности : , Зенгуил Э.;Пер.с англ., М.: Мир, 1990
9. 538.9 Б87 Квазичастицы в физике конденсированного состояния : , Н. Б. Брандт, В. А. Кульбачинский, М.: Физматлит, 2005
10. 539.2 К55 Введение в нанотехнологию : , Н. Кобаяси, Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2005
11. 537 У13 Квантовая теория магнетизма : , Р. Уайт; Пер. с англ., М.: Мир, 1985
12. 621.3 И39 Высокотемпературные сверхпроводники на основе FeAs - соединений : , Ю. А. Изюмов, Э. З. Курмаев, Москва. Ижевск: Институт компьютерных исследований. Регулярная и хаотическая динамика, 2010

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. сайт кафедры №70 НИЯУ МИФИ (<http://kaf70.mephi.ru/>)
2. сайт Американского физического общества (<http://www.aps.org>)
3. сайт издательства Elsevier ()

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

При освоении дисциплины предполагается, что студенты знакомы с содержанием таких курсов, как уравнения математической физики, теория поля, электродинамика, квантовая механика, атомная физика, спектроскопия, физика твердого тела, электротехника и электроника, взаимодействие излучения с веществом, фазовые переходы в конденсированных средах.

Программой курса предусмотрено, что студент должен освоить основные понятия и закономерности, относящиеся к физическим явлениям, дающим основу сильнокоррелированным электронным системам (СКЭС).

При изучении сильнокоррелированных электронных систем необходимо уяснить роль размерности и электронных корреляций в формировании основного состояния. Знать основные взаимодействия в металлах, такие как косвенное обменное взаимодействие, гибридизация, кондовское взаимодействие, потенциал кристаллического электрического поля, взаимодействие с решеткой и роль их конкуренции в формировании основного состояния и физических свойств. Понимать отличия СКЭС от нормальных металлов: термодинамические, транспортные, магнитные свойства. Знать статические и динамические свойства СКЭС и их взаимосвязь.

Ориентироваться в теоретических методах и моделях в физике СКЭС.

Владеть описанием СКЭС при помощи корреляционных функций, критериями универсальности в физике СКЭС и низкоразмерных систем.

Знать основные экспериментальные методы исследования СКЭС,

Ориентироваться в технических приложениях СКЭС.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

При освоении дисциплины предполагается, что студенты знакомы с содержанием таких курсов, как уравнения математической физики, теория поля, электродинамика, квантовая

механика, атомная физика, спектроскопия, физика твердого тела, электротехника и электроника, взаимодействие излучения с веществом, фазовые переходы в конденсированных средах.

Программой курса предусмотрено, что студент должен освоить основные понятия и закономерности, относящиеся к физическим явлениям, дающим основу сильнокоррелированным электронным системам (СКЭС).

При изучении сильнокоррелированных электронных систем необходимо уяснить роль размерности и электронных корреляций в формировании основного состояния. Знать основные взаимодействия в металлах, такие как косвенное обменное взаимодействие, гибридизация, кондовское взаимодействие, потенциал кристаллического электрического поля, взаимодействие с решеткой и роль их конкуренции в формировании основного состояния и физических свойств. Понимать отличия СКЭС от нормальных металлов: термодинамические, транспортные, магнитные свойства. Знать статические и динамические свойства СКЭС и их взаимосвязь.

Ориентироваться в теоретических методах и моделях в физике СКЭС.

Владеть описанием СКЭС при помощи корреляционных функций, критериями универсальности в физике СКЭС и низкоразмерных систем.

Знать основные экспериментальные методы исследования СКЭС,

Ориентироваться в технических приложениях СКЭС.

Автор(ы):

Синченко Александр Андреевич, к.ф.-м.н.