

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА И НАНОСИСТЕМ

ОДОБРЕНО

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ: ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА И ИНЖИНИРИНГ НОВЫХ
МАТЕРИАЛОВ

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
1	2	72	16	16	0		40	0	3
Итого	2	72	16	16	0	0	40	0	

АННОТАЦИЯ

Даются факты и современное состояние по основным направлениям : физика твердого тела, полупроводников, наноструктур, сверхпроводимость, взаимодействие излучения с веществом, экспериментальные методы синтеза и исследования новых материалов и т.д.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Данный курс является обзорным и не предполагает сложных теоретических выкладок и подробного изучения частных явлений.

Читаются обзорные лекции по основным направлениям физики твердого тела, современным достижениям и актуальным задачам.

На практических занятиях разбираются теоретические темы с параллельно идущих предметов специальности, даются консультации по выбору научной группы и темы для дипломной работы.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Предметы даётся на 1-м семестре обучения. Проверяются и налаживаются базовые знания по физике твердого тела. Даётся информация о современных достижениях и основных направлениях специальности. Полученные знания позволяют сделать обоснованный выбор научной лаборатории и темы для магистерской диссертации.

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) темы (проекта) в	Запланированные этапы исследования; результаты наблюдений и измерений.	ПК-2 [1] - Способен критически оценивать применяемые методики и методы исследования <i>Основание:</i> Профессиональный	3-ПК-2[1] - Знать методики оценки и выбора методов исследования.; У-ПК-2[1] - Уметь критически оценивать применяемые методики

<p>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>стандарт: 26.003</p>	<p>и методы исследования; В-ПК-2[1] - Владеть навыками оценки методов исследования по выбранным критериям.</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</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>3-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</p>

технологий.			оценки параметров; В-ПК-20.1[1] - владеть основными теоретическими моделями физики конденсированного состояния вещества, взаимодействия излучения с веществом, физики фазовых переходов и сверхпроводимости
инновационный;			
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 исследовательской и инновационной направленности в команде исполнителей.	Научно-технические и организационные решения.	ПК-4 [1] - Способен находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности и безопасности жизнедеятельности <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 26.003	З-ПК-4[1] - Знать основные методы и принципы нахождения оптимальных решений при создании продукции с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности и безопасности жизнедеятельности. ; У-ПК-4[1] - Уметь находить оптимальные решения при создании и освоении новой продукции и технологии, разрабатывать эффективную стратегию с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности и безопасности жизнедеятельности. ; В-ПК-4[1] - Владеть навыками нахождения оптимальных решений для создания и освоения новой продукции с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности и безопасности жизнедеятельности
экспертно-аналитический			
Изучение и анализ научно-технической	Научная и аналитическая	ПК-20.2 [1] - Способен ориентироваться в	З-ПК-20.2[1] - последние

<p>информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования, сбор и обработка научной и аналитической информации с использованием современных программ, средств и методов вычислительной математики, компьютерных и информационных технологий; сбор и обработка научной и аналитической информации с использованием современных программ, средств и методов вычислительной математики, компьютерных и информационных технологий; участие в обобщении полученных данных, формировании выводов, в подготовке научных и аналитических отчетов, публикаций и презентаций результатов научных и аналитических исследований; подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие во внедрении результатов исследований и разработок.</p>	<p>информация, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования; научные и аналитические отчеты, публикации и презентации по результатам исследований.</p>	<p>современных экспериментальных достижениях физики конденсированного состояния, в возможностях современных пучковых и лазерных технологий в применении к конкретным методам создания, обработки и исследования различных твердотельных материалов и наноструктур, основных экспериментальных фактах физики сверхпроводимости и техники низких температур, их применениях в экспериментальной технике и промышленности.</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004</p>	<p>теоретические и экспериментальные достижения физики конденсированного состояния, применения современных сверхпроводящих материалов, фазовых переходов в современных материалах, применения современных сверхпроводящих материалов, возможности современных пучковых и лазерных технологий в применении к конкретным методам создания, обработки и исследования различных твердотельных материалов и наноструктур; У-ПК-20.2[1] - уметь предложить и обосновать схему эксперимента по лазерной обработке материалов, лазерному напылению тонких пленок, исследованию поверхности, твердотельных материалов или наноструктур, для исследования фазовых переходов в современных материалах; В-ПК-20.2[1] - владеть современными экспериментальными данными в области физики взаимодействия излучения оптического диапазона с веществом в конденсированном состоянии, методов исследования структурных и электронных свойств</p>
--	--	--	---

			твердых тел
--	--	--	-------------

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практик. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>1 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	8/8/0		25	КИ-8	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-20.1, У-ПК-20.1, В-ПК-20.1, 3-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2
2	Часть 2	9-16	8/8/0		25	КИ-16	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-4, У-ПК-4,

							В-ПК-4, 3-ПК-20.1, У-ПК-20.1, В-ПК-20.1, 3-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		16/16/0		50		
	Контрольные мероприятия за 1 Семестр				50	3	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-20.1, У-ПК-20.1, В-ПК-20.1, 3-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2

* – 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>1 Семестр</i>	16	16	0
1-8	Часть 1	8	8	0
1 - 2	Встреча с заведующим кафедрой Встреча с заведующим выпускающей кафедрой: история и достижения кафедры, обзор лабораторий кафедры и внешних партнеров. Экскурсии по лабораториям кафедры.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 8	Обзорные лекции по специальности Примерный список тем лекций: - Физика сверхпроводимости, современное состояние и достижения. - Методы численного моделирования в физике твердого тела и разработке современных материалов. - Синхротронные, рентгеновские и нейтронные методы исследования в физике конденсированного состояния вещества. - Физика полупроводников и полупроводниковых гетероструктур. - Сплавы с эффектом памяти формы. - Лазерное охлаждение атомов в магнитооптических ловушках. - Взаимодействие ультракоротких лазерных импульсов с веществом	Всего аудиторных часов		
		6	6	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Часть 2	8	8	0
9 - 16	Обзорные лекции по специальности Продолжаются лекции из приведенного списка. Также по возможности организуются ознакомительные экскурсии в лаборатории институтов РАН и организаций-партнеров.	Всего аудиторных часов		
		8	8	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

ТЕМЫ СЕМИНАРОВ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>1 Семестр</i>
1 - 7	Практические занятия Проводятся консультации и подробно разбираются конкретные вопросы, возникающие у студентов при изучении параллельных специализирующих курсов - в основном по физике твердого тела, физике металлов, фазовых переходов и т.д. Разбираются необходимые формулы и даётся дополнительная литература
8	аттестация раздела Проводится контроль выбора темы для аналитического отчета и аттестация раздела 1
9 - 15	Практические занятия Проводятся консультации и подробно разбираются конкретные вопросы, возникающие у студентов при изучении параллельных специализирующих курсов - в основном по физике твердого тела, физике металлов, фазовых переходов и т.д. Разбираются необходимые формулы и даётся дополнительная литература
16	Аттестация раздела Проводится контроль материала аналитического отчета и аттестация раздела 2

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины проводятся лекции и консультационные занятия в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов. В рамках учебного курса предусмотрены встречи с действующими специалистами – профессорами и научными сотрудниками. Рекомендуется посещение пленарных заседаний конференций и профориентирующих мероприятий в НИЯУ МИФИ и профильных московских институтах по тематикам физики твердого тела, наноматериалов, сверхпроводимости, физики полупроводников, тонких пленок, наноматериалов и т.д.

Для развития аналитических навыков магистрантов каждому выдаётся индивидуальное задание - подготовить аналитический отчёт по выбранному научному направлению: представить основные нерешенные задачи и прогноз достижений через 5 лет. Направление для отчёта назначается из наименее известных данному студенту или не изучавшихся ранее: (1) для развития кругозора и (2) чтобы все слушатели находились в равных условиях вне зависимости от уже изучавшихся курсов. Список тем для аналитического отчета приведен в разделе «Оценочные средства». Таким образом, часть тем курса оставлена для самостоятельной проработки.

Из-за того, что студенты поступают из различных университетов и учились по различным направлениям, в процессе курса необходимо определить подготовку каждого обучающегося и оказать необходимые индивидуальные консультации.

Даётся информация о библиотеке НИЯУ МИФИ и других московских технических библиотеках. В качестве источников информации рекомендуются соответствующие учебники и

монографии и основные физические журналы (российские: УФН, ЖЭТФ, Письма в ЖЭТФ, ФТП, Квантовая электроника; зарубежные: Physical Review, Review of Modern Physics, журналы издательства Elsevier и другие); банк препринтов arXiv.org и т.д.

В начале семестра организуется встреча с заведующим выпускающей кафедрой.

Лекции читают профессора кафедры и представители научных организаций-партнеров. Представляются факты и современное состояние по основным направлениям : физика твердого тела, взаимодействие излучения с веществом, разработка и изучение новых материалов, моделирование эксперимента и так далее. Анонсируются конкретные задачи, которые предлагаются студентам для НИР и диплома в этих лабораториях.

На семинарах проводятся консультации и подробно разбираются конкретные вопросы, возникающие у студентов при изучении параллельных специализирующих курсов - в основном по физике твердого тела, физике металлов, фазовых переходов и т.д.

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-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-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
ПК-20.2	З-ПК-20.2	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-20.2	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-20.2	З, КИ-8, КИ-16
ПК-4	З-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-4	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»	В	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		С	
70-74		Д	
65-69	3 – «удовлетворительно»	Е	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»	Ф	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. ЭИ S96 Principles of Lasers : , Boston, MA: Springer US, 2010
2. 538.9 Б87 Квазичастицы в физике конденсированного состояния : , Москва: Физматлит, 2016
3. 620 Ф50 Физическое материаловедение Т.1 Физика твердого тела, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
4. 533 Б27 Физические основы инерциального термоядерного синтеза : учебное пособие, М. М. Баско, Москва: НИЯУ МИФИ, 2009
5. 537 3-43 Принципы лазеров : , О. Звелто, Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2008
6. 539.2 К45 Введение в физику твердого тела : , Ч. Киттель , М.: МедиаСтар, 2006

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 537 Г90 Основы физики полупроводников. Нанofизика и технические приложения : , Москва: Физматлит, 2012
2. 539.1 Е59 Атомная и молекулярная спектроскопия Ч.2 Атомная спектроскопия, , : URSS, 2007
3. 539.1 Е59 Атомная и молекулярная спектроскопия Ч.3 Молекулярная спектроскопия, , : URSS, 2007
4. 621.37 К33 Лазеры на гетероструктурах Т.1 Основные принципы, , М.: Мир, 1981
5. 621.37 К33 Лазеры на гетероструктурах Т.2 Материалы. Рабочие характеристики, , М.: Мир, 1981
6. 539.2 А98 Физика твердого тела Т.1 , , М.: Мир, 1979
7. 539.2 А98 Физика твердого тела Т.2 , , М.: Мир, 1979
8. 539.2 К55 Введение в нанотехнологию : , Н. Кобаяси, М.: Бином, Лаборатория знаний, 2008
9. 621.37 К43 Лазеры и их применения в ядерных технологиях : учебное пособие для вузов, С. В. Киреев, С. Л. Шнырев, Москва: МИФИ, 2008
10. 537 Ш18 Физика полупроводников : учебник для вузов, Шалимова К.В., Москва: Энергоатомиздат, 1985
11. 530.6 Я73 Квантовая электроника и нелинейная оптика : , Ярив А.; Пер. с англ., Москва: Советское радио, 1973

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>)

<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

Необходимо посещать обзорные лекции и активно участвовать в практических занятиях, чтобы преподаватель смог определить позиции, требующие улучшения, и дать индивидуальные советы.

Каждый студент выбирает наименее знакомую тему для изучения, т.е. заведомо не связанную с темой бакалаврского диплома и текущей научной задачи магистратуры (если уже распределен к научному руководителю).

К середине семестра (для полусеместровой аттестации) необходимо

- выбрать тему из списка и получить одобрение преподавателя ,
- представить основные ключевые слова и фамилии, представить найденные источники: статьи, учебники, обзоры, получить у преподавателя поправки и дополнения,
- приветствуется раннее изучение темы и представление для контроля найденных фактов, на которых будет базироваться итоговый аналитический отчет: схемы экспериментов, параметры приборов и материалов, необходимые теоретические модели и соотношения,
- также учитывается, распределен ли уже студент на НИР.

Необходимые пункты для аналитического отчета:

- 1) суть физического явления;
- 2) основные мировые игроки по этой теме — фамилии и лаборатории;
- 3) доступный спектр материалов, соединений, значений параметров и примерные границы применимости;
- 4) оценки перспектив, рынка и так далее - т.е. востребованность;
- 5) какие задачи ещё не решены, но уже созрели и можно ожидать решения в ближайшие несколько лет.

За пересказ учебника без связи со специальностью или необходимого анализа, или при использовании заведомо устаревших или некачественных источников отчет не принимается и отправляется на переделку.

Примерный список тем (регулярно изменяется и расширяется в соответствии с актуальной исследовательской тематикой кафедры, запросами организаций-партнеров, а также новыми громкими достижениями, например нобелевскими премиями за работы по соответствующим темам)

1) Физика конденсированного состояния вещества

- Метод функционала плотности (DFT) - расчет свойств кристаллов и зонной структуры
- Графен и дираковские электроны
- Топологические вещества (изоляторы, сверхпроводники,...)
- Спинтроника
- Новые фазовые переходы: волны зарядовой плотности, волны спиновой плотности и т.д.
- Гигантское и колоссальное магнитосопротивления (GMR, CMR)
- Термофотовольтаика как вариант фотовольтаики

2) Взаимодействие излучения с веществом

- Плазмоника и поверхностные волны
- Терагерцовое излучение: применение, генерация, детектирование
- Фемтосекундные и аттосекундные лазерные импульсы - генерация, применение, особенности
- Исследования веществ методом pump-probe - фемтосекундный и терагерцовый варианты
- Лазерные стандарты частоты и ядерные часы на тории
- Метод лазерной абляции
- Лазерный термоядерный синтез
- Лазерные методы исследования радиационной стойкости полупроводников и интегральных схем
- Метод рентгеновской фотоэмиссионной спектроскопии (РФЭС)
- Синхротронные исследования материалов и наноструктур
- Лазеры на свободных электронах
- Волоконные лазеры

3) Новые материалы

- Сверхкритический флюид (сверхкритические жидкости), в том числе гидротермальный синтез
- Гетерогенный катализ (взгляд со стороны физики твердого тела)
- Полупроводниковая электроника на основе SiGe
- Новые высокотемпературные сверхпроводники, т.е. после купратов (например MgB₂ и пниктиды)
- Сверхпроводящая электроника ("джозефсоника")
- Современные термоэлектрические материалы
- Сплавы с эффектом памяти формы
- Тонкие пленки и нанопленки: получение, свойства, особенности, исследование.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Курс предназначен для студентов 1 семестра магистратуры, учившихся перед этим в бакалавриате разных вузов и имеющих различный профиль и уровень подготовки, поэтому изучаемые темы и акценты определяются по мере необходимости.

Читаются обзорные лекции по основным направлениям физики твердого тела, современным достижениям и актуальным задачам.

На практических занятиях разбираются теоретические темы с параллельно идущих предметов специальности, даются консультации по выбору научной группы и темы для дипломной работы.

В начале семестра организуется встреча с заведующим выпускающей кафедрой.

Автор(ы):

Карцев Петр Федорович, к.ф.-м.н.

Шеляков Александр Васильевич, к.ф.-м.н.