

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА И НАНОСИСТЕМ

ОДОБРЕНО УМС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/08-577

от 29.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ВВЕДЕНИЕ В ФИЗИКУ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

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	3	108	32	32	0		44	0	3
Итого	3	108	32	32	0	0	44	0	

АННОТАЦИЯ

Данный предмет является вводным курсом, позволяющим получить необходимые базовые знания по физике твердого тела и физике полупроводников.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Задача предлагаемого курса – дать возможность слушателям получить представление о об основах физики твердого тела, основных представлениях и подходах к описанию фундаментальных свойств твердых тел применительно к полупроводникам и полупроводниковым структурам.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Данная дисциплина является вводным курсом по физике твердого тела. При ее освоении предполагается, что студенты обладают базовыми знаниями по общей физике и по основам нерелятивистской квантовой механики.

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 рамках предметной области по профилю специализации в соответствии с утвержденными планами и методиками	Запланированные этапы исследования; результаты наблюдений и измерений.	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	З-ПК-20.1[1] - знать основные теоретические модели физики конденсированного состояния вещества, модели взаимодействия оптического излучения с веществом, классификацию фазовых переходов, основные

<p>исследований; участие в проведении наблюдений и измерений, выполнении эксперимента и обработке данных с использованием современных теоретических моделей, экспериментальных данных и компьютерных технологий.</p>		<p>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>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 сверхпроводимости</p>
экспертно-аналитический			
<p>Изучение и анализ научно-технической 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</p>	<p>Научная и аналитическая информация, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования; научные и аналитические отчеты, публикации и презентации по результатам исследований.</p>	<p>ПК-20.2 [1] - Способен ориентироваться в 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</p>	<p>З-ПК-20.2[1] - последние 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</p>

<p>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>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>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 твердых тел</p>
<p>Изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования, сбор и обработка научной и аналитической информации с использованием современных программ, средств и методов</p>	<p>Научная и аналитическая информация, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования; научные и аналитические отчеты, публикации и презентации по результатам исследований.</p>	<p>ПК-10 [1] - Способен к построению аналитических и количественных моделей процессов в природе, технике и обществе и к выбору на их основе путей решения теоретических и практических проблем природного, экологического, технико-технологического</p>	<p>З-ПК-10[1] - Знать основные методы построения аналитических и количественных моделей процессов в природе, технике и обществе. ; У-ПК-10[1] - Уметь применять методы и принципы построения аналитических и количественных моделей процессов в</p>

<p>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>характера</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004</p>	<p>природе, технике и обществе для решения теоретических и практических проблем природного, экологического, технико-технологического характера; В-ПК-10[1] - Владеть навыками построения аналитических и количественных моделей процессов в природе, технике и обществе и к выбору на их основе путей решения теоретических и практических проблем природного, экологического, технико-технологического характера</p>
<p>инновационный</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</p>	<p>Научно-технические и организационные решения.</p>	<p>ПК-5 [1] - Способен применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий</p> <p><i>Основание:</i></p>	<p>З-ПК-5[1] - Знать физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования, принципы экспертизы продукции для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий ;</p>

разработке и реализации проектов исследовательской и инновационной направленности в команде исполнителей.		Профессиональный стандарт: 26.003	У-ПК-5[1] - Уметь применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий; В-ПК-5[1] - Владеть навыками теоретического и экспериментального исследования, математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий
---	--	-----------------------------------	---

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>1 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	16/16/0		25	КИ-8	3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 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	Второй раздел	9-16	16/16/0		25	КИ-16	3-ПК-5,

							У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, З-ПК-20.1, У-ПК-20.1, В-ПК-20.1, З-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		32/32/0		50		
	Контрольные мероприятия за 1 Семестр				50	3	З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, З-ПК-20.1, У-ПК-20.1, В-ПК-20.1, З-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>	32	32	0
1-8	Первый раздел	16	16	0
1	Тема 1 Предмет физики твердого тела и физики полупроводников. Роль физики полупроводников в развитии новейших областей техники, микроэлектроники и оптоэлектроники.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Тема 2 Кристаллические и аморфные (некристаллические) твердые тела. Трансляционная симметрия, элементарная ячейка. Решетка Браве. Сингонии.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Тема 3	Всего аудиторных часов		

	Обратная решетка. Зона Бриллюэна. Индексы Миллера.	2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Тема 4 Дифракция рентгеновских лучей. Формула Брэгга-Вульфа. Формула Лауэ.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	Тема 5 Силы связи в кристаллах. Энергия связи. Классификация твердых тел по типу связи.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	Тема 6 Дефекты кристаллической структуры. Точечные дефекты. Дислокации и дефекты упаковки. Термодинамика дефектов.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	Тема 7 Колебания линейной цепочки атомов (одно- и двухатомной). Фононы. Акустические и оптические фононы. Полярные и неполярные типы колебаний. Инфракрасное поглощение/отражение в области оптических фононных частот. Неупругое рассеяние света на фононах. Рассеяние тепловых нейтронов. Ангармонизм колебаний решетки и тепловое расширение.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Тема 8 Теплоёмкость твердых тел. Модели Эйнштейна, Дебая. Плотность квантовых состояний фононов. Температура Дебая.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Второй раздел	16	16	0
9	Тема 9 Энергетический спектр кристаллов. Уравнение Шредингера и его анализ. Адиабатическое приближение. Метод Хартри-Фока. Теорема Блоха. Модель Кронига- Пенни. Энергетические зоны.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	Тема 10 Движение электрона во внешних полях. Приближение эффективной массы. Понятие дырки в почти заполненной зоне.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	Тема 11 Распределение Ферми-Дирака для электронов и дырок. Уровень Ферми. Условие электронейтральности. Плотность состояний. Статистика электронов и дырок в собственном полупроводнике. Эффективная масса плотности состояний.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	Тема 12 Особенности энергетического спектра конкретных полупроводников - германия, кремния, соединений III- V, II-V, IV-VI.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	Тема 13 Примесные атомы. Доноры и акцепторы. Энергетический спектр водородоподобных примесей. Типы легирования полупроводников. Статистика носителей заряда в	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	примесном полупроводнике.			
14	Тема 14 Диффузия и дрейф носителей в полупроводниках. Коэффициент и длина диффузии. Соотношение Эйнштейна. Подвижность носителей в полупроводниках. Амбиполярная диффузия и эффект Дембера.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	Тема 15 Эффект Холла. Постоянная Холла. Эффект Холла для смешанной проводимости. Определение концентрации и подвижности носителей заряда.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
16	Тема 16 Циклотронный резонанс. Циклотронная масса в анизотропном полупроводнике. Циклотронный резонанс как метод исследования формы поверхности Ферми.	Всего аудиторных часов		
		2	2	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 аудиторные занятия, а также самостоятельная работа студентов, заключающаяся в выполнении домашних заданий и повторении ранее пройденного материала.

Рекомендуется посещение студентами научных семинаров и конференций, в том числе проводимых в 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-10	З-ПК-10	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-10	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-10	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-5	З-ПК-5	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-5	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-5	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 – <i>«отлично»</i>	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 – <i>«хорошо»</i>	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 – <i>«удовлетворительно»</i>	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 – <i>«неудовлетворительно»</i>	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. ЭИ А 71 Введение в теорию полупроводников : , Ансельм А. И., Санкт-Петербург: Лань, 2022
2. 539.2 К45 Введение в физику твердого тела : , Киттель Ч., М.: МедиаСтар, 2006
3. ЭИ Н63 Сборник задач по курсу "Физика твердого тела" : , Маймистов А.И., Николаев И.Н., Москва: МИФИ, 2009
4. ЭИ Ш 18 Физика полупроводников : учебное пособие, Шалимова К. В., Санкт-Петербург: Лань, 2022
5. 539.2 А98 Физика твердого тела Т.1 , Ашкрофт Н. , М.: Мир, 1979

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 53 И83 Квантовая физика : основные законы, Иродов И.Е., Москва: Бинوم. Лаборатория знаний, 2014
2. 539.2 Б33 Одномерные модели ФТТ. Модель Кронига-Пенни : Учеб. пособие, Маймистов А.И., Гридин В.А., Башаров А.М., М.: МИФИ, 1988
3. 621.3 С49 Основы материаловедения и технологии полупроводников : Учеб. пособие для вузов, Случинская И.А., Москва: МИФИ, 2002
4. 537 3-47 Физика полупроводников : , Зеегер К., М.: Мир, 1977
5. 621.38 3-59 Физика полупроводниковых приборов Кн.1 , Зи С.М., М.: Мир, 1984

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<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

После изучения курса студент должен ориентироваться в следующих аспектах физики полупроводников:

- структура кристаллических твердых тел, природа межатомных связей, дефекты кристаллической структуры и их влияние на свойства кристаллов;

- колебания кристаллической решетки как в рамках одномерной модели, так и в случае объемных кристаллов. Типы колебаний, их вклад в решеточную теплоемкость. Методы исследования фононных спектров.

- представление об общем подходе к задаче об электронном спектре твердых тел в рамках адиабатического приближения и приближения Хартри-Фока. Зонный характер электронного спектра. Понятия эффективной массы, дырки в почти заполненной зоне. Зонная структура полупроводников.

- особенности статистики носителей заряда в собственном и примесном полупроводнике. Функции распределения носителей, положение уровня Ферми по отношению к границам зон. Определение концентраций носителей в полупроводнике.

- кинетика носителей в полупроводниках. Движение во внешних полях – электрическом и магнитном. Кинетические эффекты в магнитном поле – эффект Холла и циклотронный резонанс.

- кинетика неравновесных носителей в полупроводниках. Рекомбинация, время жизни, уравнение непрерывности. Квазиравновесие и квазиуровни Ферми.

Для самостоятельной проработки материала настоятельно рекомендуется пользоваться рекомендуемыми ниже учебными пособиями

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: Наука, 1978, 2006.
2. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. М.: Наука, 1977, 1990.
3. Ансельм А.И. Введение в теорию полупроводников. М., Наука, 1978
4. Николаев И.Н., Маймистов А.И. Сборник задач по курсу “Физика твердого тела”. М.: МИФИ, 1990, 1998.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Зеегер К. Физика полупроводников. М., Наука, 1977.
2. Башаров А.М. и др. Одномерные модели ФТТ. Модель Кронига-Пенни. М.: МИФИ, 1988.
3. Шалимова К.В.. Физика полупроводников. М.: Энергоатомиздат, 1985

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

В помощь лектору, а также преподавателям, ведущим практические занятия по дисциплине, рекомендуется использовать следующие учебные пособия:

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: Наука, 1978, 2006.
2. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. М.: Наука, 1977, 1990.
3. Ансельм А.И. Введение в теорию полупроводников. М., Наука, 1978
4. Николаев И.Н., Маймистов А.И. Сборник задач по курсу “Физика твердого тела”. М.: МИФИ, 1990, 1998.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Зеегер К. Физика полупроводников. М., Наука, 1977.
2. Башаров А.М. и др. Одномерные модели ФТТ. Модель Кронига-Пенни. М.: МИФИ, 1988.
3. Шалимова К.В.. Физика полупроводников. М.: Энергоатомиздат, 1985

Необходимо показать студентам основные принципы физики твердого тела, и в частности, физики полупроводников.

Следует учесть, что курс составлен как вводный, и поэтому при его разработке предполагалось использовать минимум теоретических построений и формул, основываясь в основном на качественном рассмотрении физических процессов и явлений в твердых телах. Предполагается, что слушатели имеют знания по курсам общей физики и основам нерелятивистской квантовой механики.

Во время проведения лекций желательно использовать проекционную технику, а также инициировать обсуждение материала методом «вопросов в аудиторию».

Автор(ы):

Митягин Юрий Алексеевич, к.ф.-м.н., с.н.с.