


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Клочков Юрий Евгеньевич  
Должность: и.о. ректора  
Дата подписания: 25.04.2024 17:06:33  
Уникальный программный ключ:  
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Председатель КСН



И.М. Ковенский

«30» 08 2021 г.


**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**


Дисциплина	<b>Физика твердого тела</b>
Направление подготовки	<b>28.03.03 Наноматериалы</b>
Направленность (профиль)	<b>Наноматериалы</b>
Форма обучения	<b>очная</b>

Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 30.01.2021 г. и требованиями ОПОП ВО по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы, направленность (профиль) Наноматериалы к результатам освоения дисциплины "Физика твердого тела"

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры физики, методов контроля и диагностики


Протокол № 1 от «30» августа 2021 г.

И.о. зав. кафедрой ФМД  К.Р. Муратов

СОГЛАСОВАНО:  
И.о. зав. кафедрой ОФХ  Н.М. Хлынова

«30» августа 2021 г.

Рабочую программу разработал:

С.А. Попова, доцент кафедры ФМД, к.т.н. 

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: "Физика твердого тела" призвана ознакомить студентов с основами теории твердого тела - зонной теорией твердых тел, динамикой кристаллической решетки, теорией проводимости, магнитными свойствами твердых тел, полупроводниками, сверхтекучестью и сверхпроводимостью, а также с теорией упругости и плазменным состоянием вещества. Курс призван создать глубокое представление о свойствах твердого тела, значительно расширить и дополнить знания соответствующих разделов, изучаемых в курсе общей физики, осветить современные достижения соответствующих областей физики и применение их на практике.

Задачи дисциплины: овладение программным материалом, умение решать задачи по соответствующим разделам, умение воспроизводить теоретический материал, умение давать качественное описание теоретических результатов, умение пользоваться теоретическим материалом.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к элективным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание терминологии, основные понятия и определения, основы описания микромира, физику формирования химических связей в твердых телах, описание кристаллов в виде решеток Браве, физику дефектов в кристалле, строение наноматериалов, теорию тепловых свойств твердых тел, зонную теорию твердого тела; современное толкование электропроводности твердых тел, теорию ферромагнетизма, поляризацию и пробой диэлектриков, теории прочности твердых тел, принципы диффузии и массопереноса; особенности физических свойств наноструктурированных твердых тел;

умение работать со справочной литературой по физике твердого тела, рассчитать основные параметры материалов, объяснить поведение твердых тел при изменении внешних воздействий и размера структурных элементов, учитывать при конструировании технических устройств поведение твердых тел;

владение методами расчета свойств наноструктурированных материалов, расчета физических свойств различных материалов; интерпретации различных экспериментальных данных по материаловедению, работы со справочной литературой, стандартами и другими нормативными материалами, способностью к решению задач

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: математика, физика (разделы электричество, магнетизм, оптика и квантовая физика), материаловедение и технология материалов, физические свойства наноматериалов и служит основой для освоения дисциплин: физические методы контроля и диагностики и методы контроля качества наноматериалов.

## 3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине
УК-1. Способен осуществлять поиск,	УК-1.2. Систематизирует и критически анализирует	Знать: 31 ключевые проблемные вопросы физики твердого

критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи	тела, основы традиционных подходов физики твердого тела при анализе явлений и процессов в природе и технике, место физики твердого тела в системе физического знания
		Уметь: У1 ставить и решать задачи физики твердого тела на основе знания законов физики, анализировать физическую сущность явлений и процессов природы и техники на основе знаний физики твердого тела Выявлять связи раздела «Физика твердого тела» с другими разделами физики.
		Владеть: В1 системой знаний о фундаментальных физических законах и теориях физики твердого тела, навыками анализа физической сущности явлений и процессов в природе и технике на основе законов физики твердого тела, опытом выявления связей физики твердого тела с другими разделами физики
ПКС-1. Прогнозировать влияние микро- и наномасштаба на механические, физические, химические и другие свойства веществ и материалов	ПКС-1.2. Прогнозирует структуру и свойства наноматериалов, основываясь на современных представлениях о размернозависимых эффектах	Знает: З2 физические процессы в материалах с учетом влияния микро- и наномасштаба на механические, физические, химические и другие свойства веществ и материалов
		Умеет: У2 прогнозировать влияние микро- и наномасштаба на механические, физические, химические и другие свойства наноматериалов, учитывать это влияние на выбор состава для производства наноструктурированных композиционных материалов
		Владеет: В2 основными подходами к описанию и анализу свойств материалов с учетом влияния микро- и наномасштаба
ПКС-2. Определять механические, физические, химические и другие свойства наноматериалов и наносистем, оценивать их структуру и фазовый состав, включая стандартные и сертификационные испытания	ПКС-2.2. Выбирает основные типы наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности	Знает: З3 методы экспериментального исследования механических, физических, химических и других свойств наноматериалов и наносистем, необходимых для производства наноструктурированных композиционных материалов
		Умеет: У3 применять результаты исследования, испытания и методы диагностики свойств наноматериалов, анализировать причины их изменения
		Владеет: В3 навыками проведения стандартных и сертификационных испытаний свойств наноматериалов и наносистем, необходимых для производства наноструктурированных композиционных материалов

#### 4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины/модуля составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Таблица 4.1

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
очная	4/7	16	-	30	62	Зачет

#### 5. Структура и содержание дисциплины

##### 5.1. Структура дисциплины

##### очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины/модуля		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Все го, час.	Код ИДК	Оценочные средства <sup>1</sup>
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Кристаллы с дефектами и природа связи	4	-	-	15	19	УК-1.2 ПКС-1.2 ПКС-2.2	Устный опрос, отчет и защита лаб. раб. Тест
2	2	Механические, химические свойства и электронные состояния в твердых телах.	4	-	10	15	29	УК-1.2 ПКС-1.2 ПКС-2.2	Устный опрос, отчет и защита лаб. раб. Тест
3	3	Электропроводность и теплопроводность вещества	4	-	10	16	30	УК-1.2 ПКС-1.2 ПКС-2.2	Устный опрос, отчет и защита лаб. раб. Тест
4	4	Полупроводники, диэлектрики, ферромагнетики	4	-	10	12	26	УК-1.2 ПКС-1.2 ПКС-2.2	Устный опрос, отчет и защита лаб. раб. Тест
5	Зачет		-	-	-	4	4	УК-1.2 ПКС-1.2 ПКС-2.2	Устный опрос
Итого:			16	-	30	62	108		

##### 5.2. Содержание дисциплины

##### 5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

##### Раздел 1. Кристаллы с дефектами и природа связи

##### Тема 1. Кристаллическое состояние

Кристаллическое состояние и его классификация. Идеальные монокристаллы. Монокристаллы с дефектами. Поликристаллы. Двумерные квазиплоские системы. Квазикристаллы. Фуллерены. Жидкие кристаллы. Аморфное состояние. Жидкое

состояние. Геометрия совершенных кристаллов. Симметрия кристаллов. Теория связи. Описание структуры кристаллов. Решетки Браве. Кристаллографические плоскости

**Тема 2. Дефекты в кристаллах**

Классификация дефектов. Точечные дефекты. Линейные и объемные дефекты.

**Тема 3. Природа связей в кристалле**

Природа связи в твердых телах.

**Раздел 2. Механические, химические свойства и электронные состояния в твердых телах.**

**Тема 1. Механические свойства.**

Упругость, пластичность и прочность.

**Тема 2. Растворы и химические соединения металлов.**

Фазовая диаграмма.

**Тема 3. Электронные состояния в твердых телах.**

Металлы, диэлектрики и полупроводники по зонной теории.

**Раздел 3. Электропроводность и теплопроводность вещества**

**Тема 1. Электропроводность твердых тел.**

Основные типы твердых тел.

**Тема 2. Процессы переноса и теплоемкость металлов.**

Процессы переноса и теплоемкость металлов.

**Тема 3. Электрическое поле в веществе.**

Электрическое поле в веществе.

**Раздел 4. Полупроводники, диэлектрики, ферромагнетики**

**Тема 1. Полупроводники**

Собственная и примесная проводимость полупроводников.

**Тема 2. Диэлектрики.**

Диамагнетизм и парамагнетизм.

**Тема 3. Ферромагнетики**

Природа ферромагнитного состояния.

5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

**Лекционные занятия**

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема лекции
1	1	1	Кристаллическое состояние и его классификация. Идеальные монокристаллы. Монокристаллы с дефектами. Поликристаллы. Квазикристаллы. Жидкие кристаллы. Аморфное состояние. Жидкое состояние. Геометрия совершенных кристаллов. Симметрия кристаллов. Теория связи. Описание структуры кристаллов. Решетки Браве. Кристаллографические плоскости
2		2	Классификация дефектов. Точечные дефекты. Вакансия. Межузельный атом. Дефект по Френкелю. Примесный атом замещения. Примесный атом внедрения. Атом замещения большей валентности. Линейные и объемные

			дефекты. Дислокации.
3		1	Ионная связь Энергия кулоновского взаимодействия. Ковалентная связь. Металлическая связь. Водородная связь Флуктуационная связь
4	2	1	Механические свойства. Упругость, пластичность и прочность. Коэффициент Пуассона. Закон Гука. Модуль Юнга. Механизмы разрушения твердых тел. Кинетическая природа прочности. Термофлуктуационный механизм разрушения.
5		1	Растворы и химические соединения металлов. Фазовая диаграмма. Упорядоченные растворы. Фазовые превращения. Системы с образованием химических соединений. Сплавы полупроводников. Факторы, влияющие на фазовое равновесие. Твердые растворы. Сплавы типа растворов внедрения.
6		2	Электронные состояния в твердых телах. Энергетические полосы. Металлы, диэлектрики и полупроводники по зонной теории. Подвижность электронов. Энергия Ферми. Кинетическая энергия Ферми. Эффективная масса электрона.
7	3	1	Металлы: электропроводность, оптические свойства, зонная структура металлов (одновалентные металлы, щелочные металлы, щелочноземельные металлы, переходные металлы), энергия связи. Ионные кристаллы: электропроводность, оптические свойства, ионная проводимость, электронная проводимость, фотопроводимость, зонная структура диэлектриков, энергия связи. Ковалентные кристаллы: электропроводность, зонная структура. Молекулярные кристаллы.
8		1	Процессы переноса и теплоемкость металлов. Закон Дюлонга и Пти. Теория Эйнштейна. Теория Дебая. Характеристическая температура Дебая. Теплоемкость металлов. Электропроводность металлов. Время релаксации. Закон Джоуля – Ленца.
9		2	Электрическое поле в веществе. Дипольные моменты молекул диэлектрика: неполярные молекулы, поляризуемость, полярные молекулы. Поляризация диэлектриков: неполярные диэлектрики, полярные диэлектрики, кристаллические диэлектрики. Вектор поляризации. Зависимость поляризации диэлектрика от напряженности внешнего электрического поля. Теорема Остроградского – Гаусса для поля в веществе. Сегнетоэлектрики, природа спонтанной поляризации сегнетоэлектриков, точка Кюри, диэлектрический гистерезис.
10	4	1	Собственная проводимость полупроводников. Уровень Ферми в собственном полупроводнике. Температурная зависимость удельной проводимости собственных полупроводников. Примесная проводимость полупроводников. Донорные и акцепторные уровни. Уровень Ферми в примесных полупроводниках.

			Температурная зависимость удельной проводимости примесных полупроводников. Фотопроводимость полупроводников. Контакт двух металлов по зонной теории. Выпрямление на контакте металл – полупроводник. Контакт электронного и дырочного полупроводников (р – n переход). Полупроводниковые диоды и триоды.
11		1	Диамагнетизм и парамагнетизм. Магнитные свойства вещества. Атом в магнитном поле. Теорема Лармора. Диамагнетизм, механизм диамагнетизма, вектор намагничивания, физическая природа диамагнетизма. Парамагнетизм, механизм парамагнетизма, теория Ланжевена. Природа постоянных магнитных моментов. Спин электрона. Диамагнетизм и парамагнетизм твердых тел.
12		2	Ферромагнетизм. Опыты Столетова и их объяснение. Теория Вейсса. Намагничивание и размагничивание ферромагнетика. Магнитное насыщение. Эффект Баркгаузена. Гистерезис. Перемагничивание ферромагнетика. Коэрцитивная сила. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы. Точка Кюри. Свойства чистых ферромагнитных материалов. Природа ферромагнитного состояния. Зависимость намагниченности от температуры. Сплавы. Антиферромагнетизм. Ферриты.
Итого:		16	

### Практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

### Лабораторные работы

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Наименование лабораторной работы
1	2	4	Исследование электронно-дырочных переходов в полупроводниках
2		4	Исследования электролюминесценции кристаллофосфоров
3		2	Лабораторный коллоквиум (защита лаб. работ)
4	3	4	Исследования сегнетоэлектрика
5		4	Изучение электропроводности металлов
6		2	Лабораторный коллоквиум (защита лаб. работ)
7	4	4	Исследование температурной зависимости сопротивления металлов и полупроводников
8		4	Снятие петли гистерезиса и кривой намагничивания ферромагнетика с помощью осциллографа
9		2	Лабораторный коллоквиум (защита лаб. работ)
Итого:		30	



Таблица 5.2.3

**Самостоятельная работа студента**

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема	Вид СРС
1	1	15	Изучение теоретического материала по разделу: Кристаллы с дефектами и природа связи	Проработка лекционного материала
2	2	15	Изучение теоретического материала, выполнение лабораторных работ по разделу: Механические, химические свойства и электронные состояния в твердых телах.	Подготовка к лабораторным занятиям, проработка лекционного материала, оформление отчетов по лабораторным работам
3	3	16	Изучение теоретического материала, выполнение лабораторных работ по разделу: Электропроводность и теплопроводность вещества	Подготовка к лабораторным занятиям, проработка лекционного материала, оформление отчетов по лабораторным работам
4	4	12	Изучение теоретического материала, выполнение лабораторных работ по разделу: Полупроводники, диэлектрики, ферромагнетики	Подготовка к лабораторным занятиям, проработка лекционного материала, оформление отчетов по лабораторным работам
5	1-4	4		Подготовка к зачету
Итого:		62		

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий: лекция-визуализация в PowerPoint в диалоговом режиме, обучение навыкам с помощью стационарных лабораторных установок и виртуальных лабораторных работ, использование системы поддержки учебного процесса Educon.

**6. Тематика курсовых работ/проектов**

Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены.

**7. Контрольные работы**

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены.

**8. Оценка результатов освоения дисциплины**

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
1	Компьютерное тестирование	20
	ИТОГО за первую текущую аттестацию	20
2 текущая аттестация		
1	Компьютерное тестирование	20
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	20
3 текущая аттестация		
1	Выполнение лабораторных работ:	30
2	Итоговый тест	30
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	60
	<b>ВСЕГО</b>	<b>100</b>

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

- ЭБС «Издательства Лань»;
- ЭБС «Электронного издательства ЮРАЙТ»;
- Собственная полнотекстовая база (ПБД) БИК ТИУ;
- Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU»;
- ЭБС «IPRbooks»;
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина;
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГНТУ (г. Уфа);
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГТУ (г. Ухта);

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства.

Microsoft Windows 8,

Microsoft Office Professional Plus

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

№ п/п	Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины	Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины (демонстрационное оборудование)
1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации	
	Учебная мебель: столы, стулья, доска меловая.	Компьютер в комплекте-1шт., экран, проектор, акустическая система. Локальная и корпоративная сеть.
2	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторных занятий). Учебная лаборатория физики твердого тела	

<p>Столы учебные, столы лабораторные, стулья, доска учебная. Лабораторные установки по физике твердого тела:          Исследование электронно-дырочных переходов в полупроводниках          Исследования электролюминесценции кристаллофосфоров          Исследования сегнетоэлектрика          Изучение электропроводности металлов          Исследование температурной зависимости сопротивления металлов и полупроводников          Снятие петли гистерезиса и кривой намагничивания ферромагнетика с помощью осциллографа</p>	
---	--

## 11. Методические указания по организации СРС

### 11.1. Методические указания по подготовке к лабораторным занятиям.

Электричество: методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Физика» для обучающихся всех форм обучения / сост. В.В. Исаков, Н.П. Исакова, К.С. Чемезова. Тюменский индустриальный университет. – Тюмень, Издательский центр БИК ТИУ, 2016. – 42 с.

Физика. Электромагнетизм. Лабораторный практикум : учебное пособие / К.С. Чемезова, Д.Ф. Нерадовский, С.М. Кулак и др. – Тюмень. ТюмГНГУ, 2011. – 84 с.

### 11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

Основные задачи, решаемые при организации самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать справочную и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельной работы, на лабораторных занятиях, для эффективной подготовки к зачету.

Для организации самостоятельной работы используются Физика твердого тела : методические указания по организации самостоятельной работы для обучающихся всех направлений подготовки очной формы обучения / ТИУ ; сост.: Б. В. Федоров, Д. Ф. Нерадовский. – Тюмень : ТИУ, 2019. - 23 с.

### Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина Физика твердого тела  
Код, направление подготовки 28.03.03 Наноматериалы  
Направленность (профиль) Наноматериалы

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.2. Систематизирует и критически анализирует информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи	Знать: У1 ключевые проблемные вопросы физики твердого тела, основы традиционных подходов физики твердого тела при анализе явлений и процессов в природе и технике, место физики твердого тела в системе физического знания	Демонстрирует разрозненные бессистемные знания по ключевым проблемным вопросам физики твердого тела, допускает ошибки в сущности явлений, беспорядочно, неуверенно излагает материал, или вообще отказывается от ответа	Излагает сущность физических явлений и процессов, но допускает неточности; не может привести примеры	Обнаруживает достаточное знание ключевые проблемные вопросы физики твердого тела. При ответе допускает отдельные неточности	Обнаруживает глубокое, полное знание сущности физических явлений и процессов; дает точное определение и приводит примеры
		Уметь: У1 ставить и решать задачи физики твердого тела на основе знания законов физики, анализировать физическую сущность явлений и процессов природы и техники на основе знаний физики твердого тела Выявлять связи раздела	Не умеет адекватно оценивать, ставить и решать задачи физики твердого тела на основе знания законов физики, анализировать физическую сущность явлений и процессов природы и техники на основе знаний	Умеет частично, допуская ряд ошибок, адекватно оценивать ставить и решать задачи физики твердого тела на основе знания законов физики, анализировать физическую сущность явлений и процессов	Умеет хорошо выявлять, и адекватно оценивать ставить и решать задачи физики твердого тела на основе знания законов физики, анализировать физическую сущность явлений и процессов	Умеет правильно адекватно оценивать ставить и решать задачи физики твердого тела на основе знания законов физики, анализировать физическую сущность явлений и процессов природы и техники

		«Физика твердого тела» с другими разделами физики.	физики твердого тела.	природы и техники на основе знаний физики твердого тела.	природы и техники на основе знаний физики твердого тела.	на основе знаний физики твердого тела.
		Владеть: В1 системой знаний о фундаментальных физических законах и теориях физики твердого тела, навыками анализа физической сущности явлений и процессов в природе и технике на основе законов физики твердого тела, опытом выявления связей физики твердого тела с другими разделами физики	Не владеет основными понятиями и законами физики твердого тела	Частично владеет, допуская ряд ошибок, : системой знаний о фундаментальных физических законах и теориях физики твердого тела, навыками анализа физической сущности явлений и процессов в природе и технике на основе законов физики твердого тела, опытом выявления связей физики твердого тела с другими разделами физики	Владеет системой знаний о фундаментальных физических законах и теориях физики твердого тела. Навыками анализа физической сущности явлений и процессов в природе и технике на основе законов физики твердого тела, опытом выявления связей физики твердого тела с другими разделами физики, но допускает незначительные ошибки	Владеет системой знаний о фундаментальных физических законах и теориях физики твердого тела. Навыками анализа физической сущности явлений и процессов в природе и технике на основе законов физики твердого тела, опытом выявления связей физики твердого тела с другими разделами физики
ПКС-1. Прогнозировать влияние микро- и наномасштаба на механические, физические, химические и другие свойства веществ и материалов	ПКС-1.2. Прогнозирует структуру и свойства наноматериалов, основываясь на современных представлениях о размернозависимых эффектах	Знает: 32 физические процессы в материалах с учетом влияния микро- и наномасштаба на механические, физические, химические и другие свойства веществ и материалов	Демонстрирует разрозненные бессистемные знания физических процессов в материалах, беспорядочно, неуверенно излагает материал, или вообще отказывается от ответа	Излагает сущность физических процессов, но допускает неточности; не может привести примеры влияния микро- и наномасштаба на свойства веществ и материалов	Обнаруживает достаточное знание сущности физических процессов в материалах с учетом влияния микро- и наномасштаба на свойства веществ и материалов	Обнаруживает глубокое, полное знание сущности физических процессов в материалах с учетом влияния микро- и наномасштаба на свойства веществ и материалов
		Умеет: У2 прогнозировать влияние микро- и	Не умеет прогнозировать влияние микро- и	Частично прогнозирует влияние микро- и	Прогнозирует влияние микро- и наномасштаба на	Прогнозировать влияние микро- и наномасштаба на все

		<p>наномасштаба на механические, физические, химические и другие свойства наноматериалов, учитывать это влияние на выбор состава для производства наноструктурированных композиционных материалов</p>	<p>наномасштаба на свойства наноматериалов и учитывать это влияние на выбор состава для производства наноструктурированных композиционных материалов</p>	<p>наномасштаба на отдельные свойства наноматериалов, допуская грубые ошибки</p>	<p>свойства наноматериалов, но допускает ошибки при учете влияния на выбор состава для производства наноструктурированных композиционных материалов</p>	<p>свойства наноматериалов, учитывать это влияние на выбор состава для производства наноструктурированных композиционных материалов</p>
		<p>Владеет: В2 основными подходами к описанию и анализу свойств материалов с учетом влияния микро- и наномасштаба</p>	<p>Не владеет основными подходами к описанию и анализу свойств материалов с учетом влияния микро- и наномасштаба</p>	<p>Частично владеет основными подходами к описанию и анализу свойств материалов с учетом влияния микро- и наномасштаба, не может привести примеры свойств материалов</p>	<p>Владеет навыками, необходимыми для описания и анализа отдельных свойств материалов с учетом влияния микро- и наномасштаба</p>	<p>Владеет навыками, необходимыми для описания и анализа всех свойств материалов с учетом влияния микро- и наномасштаба</p>
<p>ПКС-2. Определять механические, физические, химические и другие свойства наноматериалов и наносистем, оценивать их структуру и фазовый состав, включая стандартные и сертификационные испытания</p>	<p>ПКС-2.2. Выбирает основные типы наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности</p>	<p>Знает: 33 методы экспериментального исследования механических, физических, химических и других свойств наноматериалов и наносистем, необходимых для производства наноструктурированных композиционных материалов</p>	<p>Демонстрирует разрозненные бессистемные знания методов исследования механических, физических, химических и других свойств наноматериалов</p>	<p>Демонстрирует частичные знания методов исследования свойств наноматериалов, их структуру и фазовый переход</p>	<p>Обнаруживает достаточное знание основных экспериментальных направлений исследования свойств наноматериалов, их структуру и фазовый переход</p>	<p>Обнаруживает глубокое, полное знание основных экспериментальных направлений исследования свойств наноматериалов, их структуру и фазовый переход</p>
		<p>Умеет: У3 применять результаты</p>	<p>Не умеет проводить экспериментальные</p>	<p>Умеет исследовать отдельные свойства</p>	<p>Умеет определять свойства</p>	<p>Исследует все свойства</p>

		исследования, испытания и методы диагностики свойств наноматериалов, анализировать причины их изменения	исследования, обрабатывать, анализировать, представлять и оформлять результаты исследований	наноматериалов, но не умеет обрабатывать, анализировать, представлять и оформлять результаты исследований, а также оценивать структуру наноматериалов и фазовый переход	наноматериалов, но допускает ошибки при анализе результатов исследования для оценивании структуры и фазового перехода	наноматериалов, применяет результаты исследования для подбора основных типов наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности
		Владеет: В3 навыками проведения стандартных и сертификационных испытаний свойств наноматериалов и наносистем, необходимых для производства наноструктурированных композиционных материалов	Не владеет навыками работы с измерительными приборами и проведения измерений; способами обработки, оформления и анализа результатов исследования	Частично владеет, допуская ряд ошибок, навыками работы с измерительными приборами и проведения измерений; способами обработки, оформления и анализа результатов исследования свойств наноматериалов и наносистем	Хорошо владеет, допуская незначительные ошибки, навыками проведения стандартных испытаний свойств наноматериалов и наносистем	В совершенстве владеет навыками проведения стандартных и сертификационных испытаний свойств наноматериалов и наносистем, необходимых для производства наноструктурированных композиционных материалов

**КАРТА  
обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой**

Дисциплина **Физика твердого тела**Код, направление подготовки **28.03.03 Наноматериалы**Направленность (профиль) **Наноматериалы**

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Кол-во экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Матухин, Вадим Леонидович. Физика твердого тела [Текст : Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Л Матухин, В.Л. Ермаков / СПб [и др] : Лань, 2010– 218 с. : граф., табл. – (Учебники для вузов. Специальная литература) – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com.book/262">https://e.lanbook.com.book/262</a>	33+ЭР*	30	100	+
2	Федоров, Борис Владимирович. Элементы физики твердого тела [Текст : Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.В. Федоров, Д.Ф. Нерадовский : - Тюмень : ТюмГНГУ. 2012– 236 с. : ил., граф.– Режим доступа: <a href="http://elib.tyuiu.ru-wp-content/uploads/2013/10/elem.pdf">http://elib.tyuiu.ru-wp-content/uploads/2013/10/elem.pdf</a>	17+ЭР*	30	100	+
3	Василевский, Анатолий Семенович Физика твердого тела [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по техническим направлениям подготовки и специальностям / А.С. Василевский. – М. : Дрофа, 2010– 207 с.	13	30	100	-
4	Фомин Д.В. Экспериментальные методы физики твердого тела [Текст : Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.В.Фомин : - Саратов : Вузовское образование. 2017– 185 с. : Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL : Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/57258.html">http://www.iprbookshop.ru/57258.html</a>	ЭР*	30	100	+
5	Электричество: методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Физика» для обучающихся всех форм обучения / сост. В.В. Исаков, Н.П. Исакова, К.С. Чемезова. Тюменский индустриальный университет. – Тюмень, Издательский центр БИК ТИУ, 2016. – 42 с.	5	30	100	-
6	Физика. Электромагнетизм. Лабораторный практикум : учебное пособие / К.С. Чемезова, Д.Ф. Нерадовский, С.М. Кулак и др. – Тюмень. ТюмГНГУ, 2011. – 84 с.	9	30	100	-
7	Физика твердого тела : методические указания по организации самостоятельной работы для обучающихся всех направлений подготовки очной формы обучения / ТИУ ; сост.: Б. В. Федоров, Д. Ф. Нерадовский. – Тюмень : ТИУ, 2019. - 23 с.	ЭР*	30	100	+

И.о. зав. кафедрой ФМД \_\_\_\_\_ К.Р. Муратов

« 30 » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Директор БИК \_\_\_\_\_ Д.Х. Каюкова

« 30 » \_\_\_\_\_ 2021 г.

М.П.

