

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Механико-технологический факультет
Кафедра «Материалы, технологии и конструирование машин»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
д-р техн. наук, проф.

Н. В. Лобов

2016 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Физика конденсированного состояния»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа академического бакалавриата

Кафедра «Материалы, технологии и конструирование машин»
Направление подготовки 22.03.01 - «Материаловедение и технологии материалов»

Профиль подготовки бакалавра: «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»

Квалификация выпускника: бакалавр

Выпускающая кафедра: «Материалы, технологии и конструирование машин»

Форма обучения: очная

Курс: 4 **Семестр:** 5

Трудоёмкость:

- кредитов по рабочему учебному плану (РУП): 5 ЗЕ
- часов по рабочему учебному плану (РУП): 180 ч

Виды контроля:

Экзамен: 5 сем Зачёт: - Курсовой проект: - Курсовая работа: -

Пермь, 2016

Рабочая программа дисциплины Физика конденсированного состояния разработана на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки бакалавров 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов (уровень бакалавриата), утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от "12" ноября 2015 г. № 1331;

- компетентностной модели выпускника ОПОП по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», профиль «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем», утверждённой 15.09.2014 г.;

- базового учебного плана очной формы обучения образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата направленности (профиля) «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем», утвержденного «28» апреля 2016 г.

Рабочая программа согласована:

- с рабочими программами дисциплин, участвующих в формировании компетенций и их составляющих, приобретение которых является целью данной дисциплины: математика; физическая химия; электротехника и электроника; сопротивление материалов; общее материаловедение и технологии материалов; кристаллография; физико-химия наночастиц и наноматериалов; общее материаловедение и технологии материалов 2; учебная практика; преддипломная практика; химия твердого тела; основы золь-гель технологии; коррозия и защита металлов; физико-химия наноструктурированных материалов.

Разработчик канд. техн. наук, доц. Kauf Каченюк М.Н..

Рецензент канд. техн. наук, доц. Сметкин Сметкин А.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Материалы, технологии и конструирование машин» «18» ноября 2016 г., протокол № 4.

Заведующий кафедры
«Материалы, технологии и конструирование машин»,
д-р техн. наук, профессор

А. М. Ханов
А. М. Ханов

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией механико-технологического факультета «21» июня 2016 г., протокол № 20.

Председатель учебно-методической комиссии
механико-технологического факультета
канд. пед. наук, доц.

Е.А. Синкина
Е.А. Синкина

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой
«Материалы, технологии и конструирование машин»,
д-р техн. наук, профессор

А. М. Ханов
А. М. Ханов

Начальник управления образовательных программ, канд. техн. наук, доц.

Д. С. Репецкий
Д. С. Репецкий

1 Общие положения

Цель дисциплины - формирование научно – обоснованного общего представления о строении и свойствах твёрдых тел.

В процессе изучения данной дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

– готовностью применять фундаментальные математические, естественнонаучные и общетехнические знания в профессиональной деятельности (ОПК-3);

– способностью использовать на практике современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями (ПК-6).

Задачи дисциплины:

- Изучение классификации твёрдых тел.
- Изучение влияния структуры твёрдых тел на их свойства.
- Формирование умения интерпретировать результаты физических измерений.
- Формирование владения методами расчётов свойств твёрдых тел.

1.3 Предметом изучения дисциплины являются следующие объекты:

- Строение кристаллических веществ.
- Теоретическое описание механических свойств кристаллических тел.
- Природа электропроводности, теплоёмкости, теплопроводности, магнитных, оптических свойств твёрдых тел
- Методы дифракционного анализа структуры веществ.
- Теория прочности, пластичности твёрдых тел.
- Теория сверхпроводимости.
- Закономерности поведения жидкостей.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физика конденсированного состояния» относится к вариативной части блока I и является обязательной при освоении ОПОП по направлению Материаловедение и технологии материалов.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты освоения:

знать:

- основы математических и естественнонаучных дисциплин;
- строение различных видов кристаллических веществ и их свойства;
- теорию упругой и пластической деформации и разрушения твёрдых тел;
- теории тепловых свойств твёрдых тел;
- теоретические основы электрических и магнитных свойств твёрдых тел;

уметь:

- определять межплоскостные расстояния в кристалле по рентгеновской дифрактограмме;
- строить чертёж кристаллической структуры определённой симметрии;
- предсказывать свойства кристалла по виду связи;
- объяснять магнитные свойства различных твёрдых тел.

владеть:

- навыками аргументированного изложения собственной точки зрения и публичной речи;
- основами расчета физико-механических свойств материала в зависимости от типа связи и кристаллической симметрии;
- навыками пользования физическими измерительными приборами;
- навыками объяснения свойств твёрдых тел;

В табл.1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1 «Цели освоения дисциплины»:

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
<i>Общепрофессиональные компетенции</i>			
ОПК-3	готовностью применять фундаментальные математические, естественнонаучные и общетехнические знания в профессиональной деятельности	математика; физическая химия; электротехника и электроника; сопротивление материалов; общее материаловедение и технологии материалов; кристаллография;	коррозия и защита металлов; химия твердого тела; учебная практика;
<i>Профессиональные компетенции</i>			
ПК-6	способностью использовать на практике современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями	общее материаловедение и технологии материалов 2	физико-химия наноструктурированных материалов; основы золь-гель технологии; ; преддипломная практика; физико-химия наночастиц и наноматериалов;

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ОПК-3, ПК-6

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-3

Код	Формулировка компетенции
ОПК-3	Готовность применять фундаментальные математические, естественнонаучные и общетехнические знания в профессиональной деятельности

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ОПК-3 Б1.В.04	Владение базовыми знаниями об основных законах строения и свойствах твёрдого тела

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знает основы математических и естественнонаучных дисциплин;	Лекции с использованием мультимедиа-технологий Практические занятия	Текущий контроль в форме выполнения домашних заданий; Рубежный контроль в форме контрольных работ; Вопросы к экзамену
Умеет строить чертёж кристаллической структуры определённой симметрии;	Практические занятия Лабораторные работы	Результаты выполнения практических заданий и контрольных работ.
Владеет навыками аргументированного изложения собственной точки зрения и публичной речи	Практические занятия	Ответы на вопросы преподавателя

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-6

Код	Формулировка компетенции
ПК-6	Способностью использовать на практике современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ПК-6 Б1.В.04	Умение применять современные представления о структуре твёрдых тел для описания свойств кристаллических и аморфных материалов.

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знает - строение различных видов кристаллических веществ и их свойства; - теорию упругой и пластической деформации и разрушения твёрдых тел;	Лекции с использованием мультимедиа-технологий Практические занятия Самостоятельная работа	Текущий контроль в форме выполнения домашних заданий; Рубежный контроль в форме контрольной работы; Вопросы к экзамену
Умеет - строить чертёж кристаллической структуры определённой симметрии; - предсказывать свойства кристалла по виду связи;	Практические занятия Лабораторные занятия	Результаты выполнения практических и лабораторных работ; Рубежный контроль в форме контрольной работы
Владеет основами расчета физико-механических свойств материала в зависимости от типа связи и	Практические занятия Лабораторные	Текущий контроль в форме оп-

кристаллической симметрии;	занятия	роса; Результаты выполнения практических и лабораторных работ;
----------------------------	---------	--

3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 5 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся представлено в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч	
		семестр 7	всего
1	2	3	4
1	Аудиторная (контактная) работа	68	68
	- в том числе в интерактивной форме	14	14
	- лекции (Л)	32	32
	- в том числе в интерактивной форме	-	-
	- практические занятия (ПЗ)	18	18
	- в том числе в интерактивной форме	6	6
	- лабораторные работы (ЛР)	18	18
	- в том числе в интерактивной форме	8	8
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
3	Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72
	- самостоятельное изучение теоретического материала	20	20
	- расчётно-графическая работа	-	-
	- курсовая работа	-	-
	- курсовой проект	-	-
	- подготовка к аудиторным занятиям (лекциям, практическим, лабораторным)	28	28
	- реферат	-	-
	- подготовка отчётов по лабораторным работам (практическим занятиям)	16	16
	- индивидуальные занятия	8	8
	- другие виды самостоятельной работы	-	-
	-	-	-
4	Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине: зачёт/экзамен	Экзамен 36	Экзамен 36
5	Трудоёмкость дисциплины, всего:		
	в часах (ч)	180	180
	в зачётных единицах (ЗЕ)	5	5

4 Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учеб- ного мо- дуля	Номер раз- дела дисци- пли- ны	Номер темы дисципли- ны	Количество часов и виды занятий (очная форма обучения)							Трудоё- мкость ч/ ЗЕ
			Аудиторная работа				КСР	Итого- вый контро ль	Самос- стоя- тельная работа	
			Всего	Л	ПЗ (С)	ЛР				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Введение		1	1						1
	1	1	3	1	2				6	9
		2	3	1	2				6	9
		3	4	2	2				4	8
		4	3	1	2				4	7
		5	2	2					2	4
		6	2	2					2	4
		7	1	1					2	3
		8	3	1	2				4	7
	Всего по модулю:		22	12	10	0	1		30	52/1,44
2.	2	9	3	1	2				4	7
		10	2	2					2	4
		11	4	2	2				4	7
		12	11	1	2	8			6	12
	Всего по модулю:		20	6	6	8	1		16	36/1
3.	3	13	1	1					2	3
		14	3	1		2			4	7
		15	2	2					2	4
		16	2	2					3	5
		17	5	1	2	2			4	9
		18	1	1					2	3
	Всего по модулю:		14	8	2	4	2		17	31/0,86
4.	4	19	7	1		6			5	12
		20	2	2					2	4
		21	2	2					2	4
	Заключение		1	1						1
	Всего по модулю:		12	6		6	1		9	21/0,58
Промежуточная аттестация								Экзамен		
Итого			68	32	18	18	5	36	72	180/5

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Введение. Л – 2 часа.

Предмет и задачи изучения дисциплины. Основные понятия, термины и определения. Роль физики конденсированного состояния в комплексе естественно-научных дисциплин.

Модуль 1. Кристаллическая структура и форма твердых тел

Раздел 1. Кристаллическая структура и форма твердых тел

Лк – 12 часов, ПЗ – 10 часов, СРС – 14 часов.

Тема 1. Классификация твердых тел

Операции симметрии: трансляционная симметрия, базис, элементарная ячейка, симметрия решетки, плоские решетки и их симметрия, двумерные точечные группы и пространственные группы, трехмерные кристаллические системы, точечные группы и пространственные группы.

Тема 2. Обратное пространство

Обратная решетка. Векторы обратной решетки. Условие дифракции. Зоны Бриллюэна.

Тема 3. Типы межатомных связей.

Вандерваальсовское взаимодействие. Ионная связь, ее происхождение и характеристики. Постоянная Маделунга. Примеры структур ионных кристаллов. Ковалентная связь, ее происхождение, сущность электронного обмена. Водородная связь. Металлическая связь. Коллективизация электронов и модель металла. Изотропность металлической связи.

Тема 4. Структуры реальных кристаллов

Индексы Миллера и кристаллографические направления. Определение положения точки в элементарной ячейке. Простые кристаллические структуры (Структура хлористого натрия, структура хлористого цезия, гексагональная структура с плотной упаковкой).

Тема 5. Структурные фазовые переходы

Структурные фазовые переходы типа смещения и упорядочения. Изменение симметрии при фазовых переходах. Параметр порядка. Фазовые переходы I и II рода. Феноменологическая теория Ландау. Поведение различных характеристик при фазовом переходе

Тема 6. Дифракция в кристаллах

Дифракция как метод исследования. Использование трех типов излучения. Условие дифракции Брэгга. Атомный фактор рассеяния. Структурный фактор.

Тема 7. Экспериментальные методы рентгенографического исследования структуры кристаллов

Метод Лауэ. Метод вращения кристалла. Метод порошка (метод Дебая – Шеррера). Дифракция в аморфных телах.

Тема 8. Дефекты кристаллической решетки

Точечные дефекты, их образование и диффузия. Вакансии и межузельные атомы. Дефекты Френкеля и Шоттки. Плотность дефектов в состоянии теплового равновесия. Стехиометрия. Дислокация. Плотность дислокаций.

Модуль 2. Динамика решетки

Раздел 2. Динамика решётки

Л – 4 часа, СРС – 10 часов.

Тема 9. Напряженное и деформированное состояния твердых тел

Механическое напряжение. Деформация. Закон Гука для изотропных тел. Закон Гука для анизотропных твердых тел. Тензор деформации. Пластические свойства кристаллических твердых тел. Хрупкое разрушение.

Тема 10. Упругие волны

Упругие волны, смещение атомов и фононы. Колебательные моды одноатомной решетки. Линейная одноатомная цепочка. Колебания трехмерного одноатомного кристалла. Число мод, плотность состояний. Колебательный спектр решетки с базисом. Нормальные колебания линейной двухатомной цепочки. Оптическая ветвь. Трехмерный кристалл с многоатомным базисом. Ионная поляризуемость. Локальные фононные моды. Рассеяние фотонов фононами.

Тема 11. Статистика фононов и теплоемкость решетки

Классическая модель для вычисления энергии решетки. Модель Эйнштейна. Модель Дебая. Уточнения модели Дебая. Температура Дебая.

Тема 12. Теплопроводность.

Решеточная теплопроводность и длина свободного пробега фононов. Ангармонические эффекты. Нормальные процессы и процессы переброса. Рассеяние фононов, обусловленное дефектами. Влияние - процессов на теплопроводность. Электронная теплопроводность в металлах и полупроводниках.

Модуль 3. Электроны в металлах

Раздел 3. Электроны в металлах

Л – 12 часов, ПЗ – 6 часов, ЛР – 4 часа, СРС – 19 часов.

Тема 13. Некоторые особенности металлического состояния

Типичные свойства металлов. Свободные электроны и положительные атомные остатки (ионы). Хаотическое и упорядоченное движение электронов.

Тема 14. Классическая теория свободных электронов

Распределение скоростей Максвелла – Больцмана. Упругое рассеяние и средняя длина свободного пробега. Модель Друэ. Модель Лоренца. Несостоятельность классических моделей.

Тема 15. Процессы переноса в металлах

Теплоемкость металлов. Функция Ферми. Электропроводность металлов. Время релаксации. Аддитивная природа электросопротивления. Правило Маттисена. Эффект Холла. Теплопроводность валентных электронов.

Тема 16. Квантовая теория свободных электронов.

Удельная теплоемкость вырожденного электронного газа. Парамагнетизм Паули. Модель металлической проводимости Зоммерфельда.

Тема 17. Зонная теория твердых тел

Движение электрона в самосогласованном поле. Функции Блоха. Разрешенные и запрещенные энергетические зоны. Число уровней в зоне. Металлы и диэлектрики. Строение поверхности Ферми. Электроны, дырки и открытые орбиты. Эффективная масса электронов. Плотность состояний.

Тема 18. Сверхпроводимость

Сверхпроводящее состояние. Возникновение сверхпроводимости. Теория Бардина – Купера – Шриффера. Проводимость на постоянном и переменном токе. Теплоемкость. Сверхпроводимость и магнитные поля. Эффект Мейснера. Квантование магнитного потока и незатухающие токи. Диамагнетизм сверхпроводников I и II рода. Микроскопическая теория сверхпроводников. Куперовское спаривание. Применение сверхпроводимости. Высокотемпературная сверхпроводимость.

Модуль 4. Полупроводники, жидкости

Раздел 4. Полупроводники, жидкости

Л – 5,5 часов, ПЗ – 4 часа, ЛР – 6 часов, СРС – 9 часов.

Тема 19. Равновесная статистика электронов

Детальное равновесие. Собственные и примесные полупроводники. Концентрация электронов и уровень Ферми. Статистика свободных дырок. Собственная концентрация электронно-дырочных пар. Отклонение от модели собственного полупроводника. Влияние света на проводимость полупроводников. Люминесценция. Эффект Холла.

Тема 20. Контактные явления.

Работа выхода. Контакт двух металлов. Контактная разность потенциалов. Толщина двойного электрического слоя, возникающего в месте контакта двух металлов. Контакт металла с полупроводником. Запорный слой.

Тема 21. Особенности жидкого состояния вещества

Жидкость – как агрегатное состояние вещества. Тепловое движение частиц в жидкостях. Классификация жидкостей и типов межмолекулярных взаимодействий.

Заключение. Л – 0,5 часа.

4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Продолжительность, ч
1.	1, 2	Изучение обозначений в кристаллографии	4

2.	3	Расчёт химических связей и энергии решётки	2
3.	4	Определение строения кристаллических твёрдых тел	2
4.	8	Расчёт параметров дефектов в кристаллах	2
5.	9	Расчёт упругости кристаллов	2
6.	11, 12	Расчёт тепловых свойств кристаллической решётки	4
7.	17	Изучение зонной теории твёрдых тел	2

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы	Продолжительность, ч
1	12	Определение коэффициента линейного термического расширения твёрдого тела	4
2	12	Определение теплопроводности твёрдых тел	4
3	14, 17	Определение температурной зависимости электропроводности металлов и полупроводников	4
4	19	Исследование туннельного эффекта на туннельном диоде	6

5. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится п.7.
5. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

Тематика для самостоятельного изучения дисциплины:

- Тема 1. Точечная симметрия кристаллов, классы симметрии.
Тема 2. Расчёт векторов трансляции обратной решётки.
Тема 3. Примеры кристаллов с различными типами связей.
Тема 4. Простые кристаллические структуры с точки зрения плотнейших упаковок.
Тема 5. Структурные фазовые переходы типа смещения и упорядочения. Фазовые переходы I и II рода.
Тема 6. Факторы дифракционного рассеивания
Тема 7. Дифракция в аморфных телах.
Тема 8. Дислокации, их виды. Плотность дислокаций.
Тема 9. Закон Гука для анизотропных твёрдых тел.
Тема 10. Упругие колебания атомов в твёрдом теле.
Тема 11. Модель теплоёмкости твёрдого тела Дебая.
Тема 12. Анггармонические эффекты колебаний атомов твёрдого тела.
Тема 13. Хаотическое и упорядоченное движение электронов.
Тема 14. Распределение скоростей Максвелла – Больцмана.
Тема 15. Аддитивная природа электросопротивления. Эффект Маттисена.
Тема 16. Вклад электронов в теплоёмкость металлов.
Тема 18. Применение сверхпроводимости. Высокотемпературная сверхпроводимость.
Тема 20. Контакт металла с полупроводником.
Тема 21. Классификация жидкостей и типов межмолекулярных взаимодействий.

5.1 Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 5.1 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов (СРС)	Трудоемкость, часов
1	2	3
1	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к практическому занятию №1	2
	Подготовка к лабораторной работе №1	2
2	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к практическому занятию №2	2
	Подготовка к лабораторной работе №1	2
3	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к практическому занятию №2	2
4	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к практическому занятию №3	2
5	Изучение теоретического материала	2
6	Изучение теоретического материала	2
7	Изучение теоретического материала	2
8	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к практическому занятию №6	2
9	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к практическому занятию №4	2
10	Изучение теоретического материала	2
11	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к практическому занятию №5	2
12	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к практическому занятию №5	2
	Подготовка к лабораторной работе №3	2
13	Изучение теоретического материала	2
14	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к лабораторной работе №2	2
15	Изучение теоретического материала	2
16	Изучение теоретического материала	3
17	Подготовка к практическому занятию №7	2
	Подготовка к лабораторной работе №2	2
18	Изучение теоретического материала	2
19	Подготовка к лабораторной работе №4	5
20	Изучение теоретического материала	2
21	Изучение теоретического материала	2
	Итого: в АЧ/ в ЗЕТ	72/2

5.2 Индивидуальные задания

5.2.1 Перечень тем рефератов

Не предусмотрены.

5.2.2 Перечень тем расчётно-графических работ

Не предусмотрены.

5.2.3 Перечень тем курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены.

5.3 Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом. При проведении лекционных занятий используются мультимедийные технологии.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при которой учащиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности учащихся на достижение целей занятия. Совместная работа студентов в группе при выполнении лабораторных работ приучает их работать в команде.

При подготовке к лабораторным и практическим занятиям используется опережающая самостоятельная работа, т.е. изучение студентами нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий (лекции).

Практические занятия проводятся на основе реализации метода проблемного обучения, т.е. стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

6 Управление и контроль освоения компетенций

6.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций проводится в форме защиты отчетов по практическим и лабораторным занятиям. Всего предусмотрено 7 отчетов по практическим занятиям и 4 отчёта по лабораторным работам внутри каждого учебного модуля (модуль 1 – 5 работ, модуль 2 – 4 работы, модуль 3 – 3 работы, модуль 4 – 1 работа).

6.2 Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Рубежный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится по окончании модулей дисциплины в следующих формах:

- контрольная работа (модуль 1, 2, 3, 4).

Тематика контрольных работ:

Модуль 1

1. Классификация твёрдых тел
2. Типы межатомных связей
3. Структура твёрдых тел
4. Дифракционные методы исследования структуры твёрдых тел

Модуль 2

5. Напряжённое и деформированное состояния твердых тел
6. Статистика фононов
7. Упругие волны в твёрдых телах
8. Теплопроводность твёрдых тел

Модуль 3

9. Особенности металлического состояния
10. Основы зонной теории твёрдых тел
11. Тепловые свойства металлов
12. Сверхпроводимость

Модуль 4

13. Зонная структура полупроводников и диэлектриков
14. Контактные явления
15. Особенности жидкого состояния вещества

6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

- 1) Дифференцированный зачёт.

Не предусмотрен.

2) Экзамен.

Допуск к экзамену осуществляется при условии усвоения тем практических занятий и выполнения лабораторных работ. Экзаменационная оценка выставляется с учетом результатов аттестации.

Экзамен проводится в виде устного ответа студента на вопросы билета с предварительной подготовкой.

Фонд оценочных средств, включающий типовые задания, контрольные работы, тесты и методы оценки, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблица планирования результатов обучения, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины, входит в состав УМКД на правах отдельного документа.

6.4 Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)		Вид контроля			
		Текущий и промежуточный		Рубежный	Промежуточная аттестация
		ПЗ	ЛР		
	Усвоенные знания				
3.1 основы математических и естественнонаучных дисциплин;			ЛР1	РКР 1	ТВ
3.2 строение различных видов кристаллических веществ и их свойства;			ЛР 2, 3	РКР 2	
3.3 теорию упругой и пластической деформации и разрушения твёрдых тел;			ЛР1	РКР 3	
3.4 теории тепловых свойств твёрдых тел;			ЛР 5	РКР 4	
3.5 теоретические основы электрических и магнитных свойств твёрдых тел.				РКР 5	
	Освоенные умения				
У.1 определять межплоскостные расстояния в кристалле по рентгеновской дифрактограмме;		ПЗ 1, 2			ПЗ
У.2 строить чертёж кристаллической структуры определённой симметрии;		ПЗ 3, 4			
У.3 предсказывать свойства			ЛР 3,		

кристалла по виду связи;		4		
У.4 объяснять магнитные свойства различных твёрдых тел.	ПЗ 5, 6			
Приобретенные владения				
В.1 навыками аргументированного изложения собственной точки зрения и публичной речи;	ПЗ 5, 6	ЛР 1-4		ПЗ
В.2 основами расчета физико-механических свойств материала в зависимости от типа связи и кристаллической симметрии;	ПЗ 7			
В.3 навыками пользования физическими измерительными приборами;	ПЗ 1-5	ЛР 1-4		
В.4 навыками объяснения свойств твёрдых тел;	ПЗ 6	ЛР 3, 4,		

ОПЗ – отчет по практическому занятию;

ЛР – отчёт по лабораторной работе

РКР – рубежная контрольная работа;

ИКЗ – индивидуальное комплексное задание

ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине входит в состав РПД в виде приложения.

7 График учебного процесса по дисциплине

Таблица 7.1 – График учебного процесса по дисциплине

Виды работ	Распределение часов по учебным неделям																		Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Разделы	Р1							Р2			Р3					Р4			
Лекции	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	32
Практические занятия	2		2		2		2		2		2		2		2		2		18
Семинары																			
Лабораторные работы										4		4		4		6			18
КСР			1			1		1							1			1	5
Подготовка к занятиям	1	3	1	2	1	2	1	1	2	2	2	2	4	3	2	1	1	2	33
Самостоятельное изучение теоретического материала	2	1	1	2	2	6	2	2	2	1	2	2	3	2	2	2	2	2	39
Модули	М1							М2			М3					М4			
Контр. тестирование			X			X			X						X			X	5
Дисциплин. контроль																			Экзамен

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.В.04 Физика конденсированного состояния (полное название дисциплины)	Блок 1. Дисциплины (Модули) (цикл дисциплины) ☐ базовая часть цикла ☒ вариативная часть цикла ☒ обязательная ☐ по выбору студента
22.03.01 код направления / специальности	Материаловедение и технологии материалов/ Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем полное название направления/ специальности
МТМ/МТН аббревиатура направления/ специальности	Уровень подготовки и ☐ специали ст ☒ бакалавр ☐ магистр Форма обучени я ☒ очная ☐ заочная ☐ очно-заочная
2014 (год утверждения учебного плана ОПОП)	Семестр: 5 Количество групп: 1 Количество студентов: 24

Каченюк Максим Николаевич, доцент,
механико-технологический факультет,
кафедра МТиКМ, телефон: 239-11-27, e-mail: max@pm.pstu.ru

СПИСОК ИЗДАНИЙ

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, кол-во страниц)	Количество экземпляро
1	2	3
1. Основная литература		
1.	Винтайкин Б.Е. Физика твердого тела: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим направлениям подготовки и специальностям / М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2006, 2008. 360 с. http://нэб.рф/catalog/000199_000009_02000016990/	ЭБС Нац. электрон. библиотека + 2

Карта книго-
обеспеченности
в библиотеку одана

2	Курс общей физики : Учеб. пособие для вузов / И.В.Савельев. Т.3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц .— 4-е изд., стер .— СПб : Лань, 2006 .— 317 с.	100
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1.	Физика твердого тела : учебник для вузов / П. В. Павлов, А. Ф. Хохлов .— 3-е изд., стер .— Москва : Высш. шк., 2000 .— 494 с. : ил. — Библиогр.: с. 480-483 .	102
2.	Епифанов, Георгий Иванович. Физика твердого тела : учебное пособие для втузов / Г. И. Епифанов .— 2-е изд., перераб. и доп .— Москва : Высш. шк., 1977. Спб.: Лань, 2010	18 + 22
3.	Павлов, П.В. Основы физики твердого тела: Реальные кристаллы : учебное пособие для вузов / С. Г. Гестрин [и др.] ; Министерство общего и профессионального образования РФ; Саратовский государственный технический университет; Под ред. А. Н. Сальникова .— Саратов : Изд-во СГТУ, 1999 .— 55 с. : ил. — Библиогр.: с. 54 .— ISBN 5-7433-0608-7 : 9-00.	2
4.	Зиненко, Виктор Иванович. Основы физики твердого тела : учебное пособие для вузов / В. И. Зиненко, Б. П. Сорокин, П. П. Турчин .— Москва : Физматлит, 2001 .— 335 с. : ил. — Прил.: с. 331 .— Библиогр.: с. 332 .— Предм. указ.: с.333-335 .	2
5.	Физика твердого тела и конденсированных систем : лабораторный практикум / К.И. Лапкина [и др.] ; Пермский государственный технический университет; Под ред. К.И. Лапкиной .— Пермь : Изд-во ПГТУ, 2003.	143 + ЭБ
2.2. Периодические издания		
1	Физика твердого тела : журнал / Российская академия наук. Отделение физических наук; Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе .— Санкт-Петербург : Наука	
2	Physics of the solid state / Pleiades Publishing, Ltd. – Санкт-Петербург, Россия	
	Деформация и разрушение материалов / Общество с ограниченной ответственностью "Наука и технологии" – Москва, Россия	
	Журнал русской физической мысли / Издательство Русского физического общества "Общественная польза" – Мытищи, Московская область, Россия	
11	Материаловедение: научно-технический и производственный журнал.— Москва: Наука и технологии.	
2.3 Нормативно-технические издания		
	Не используются	
2.4 Официальные издания		
	Не используются	
2.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины		
1	Национальна Электронная Библиотека [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн. по всем отраслям знания] / М-во культуры Рос. Федерации. – [Москва, 2016]. – Режим доступа: http://нэб.рф , компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.	
2	Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016.	

Основные данные об обеспеченности на 20.11.2013 г

основная литература ☒ обеспечена ☐ не обеспечена

дополнительная литература ☒ обеспечена ☐ не обеспечена

Зав.отделом комплектования научной библиотеки
Тюрикова Н.В.



Текущие данные об обеспеченности на _____

Основная литература ☐ обеспечена ☐ не обеспечена

Дополнительная литература ☐ обеспечена ☐ не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки

Н.В. Тюрикова

8.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**8.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы**

Таблица 8.1 – Программы, используемые для обучения и контроля

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	Лабораторная работа	Setsys Processing		ЛР по определению коэффициента линейного расширения твёрдых тел
2				

8.4 Аудио- и видео-пособия

Таблица 8.3 – Используемые аудио- и видео-пособия

Вид аудио-видео пособия				Наименование учебного пособия
теле-фильм	кино-фильм	слайды	аудио-пособие	
1	2	3	4	5

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.В.04 Физика конденсированного состояния (полное название дисциплины)	Блок 1. Дисциплины (Модули) (цикл дисциплины) ☐ базовая часть цикла ☒ вариативная часть цикла ☒ обязательная ☐ по выбору студента
22.03.01 код направления / специальности	Материаловедение и технологии материалов/ Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем полное название направления/ специальности
МТМ/МТН аббревиатура направления/ специальности	Уровень подготовки и ☐ специали ст ☒ бакалавр ☐ магистр ☐ аспирант Форма обучения и ☒ очная ☐ заочная ☐ очно-заочная
2014 (год утверждения учебного плана ОПОП)	Семестр: 5 Количество групп: 1 Количество студентов: 24

Каченюк Максим Николаевич, доцент,
механико-технологический факультет,
кафедра МТиКМ, телефон: 239-11-27, e-mail: max@pm.pstu.ru

СПИСОК ИЗДАНИЙ

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, кол-во страниц)	Количество экземпляров
1	2	3
1. Основная литература		
1.	Винтайкин Б.Е. Физика твердого тела: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим направлениям подготовки и специальностям / М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2006, 2008. 360 с. http://нэб.рф/catalog/000199_000009_02000016990/	ЭБС Нац. электрон. библиотека + 2

2	Курс общей физики : Учеб. пособие для вузов / И.В.Савельев. Т.3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц .— 4-е изд., стер .— СПб : Лань, 2006 .— 317 с.	100
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1.	Физика твердого тела : учебник для вузов / П. В. Павлов, А. Ф. Хохлов .— 3-е изд., стер .— Москва : Высш. шк., 2000 .— 494 с. : ил. — Библиогр.: с. 480-483 .	102
2.	Епифанов, Георгий Иванович. Физика твердого тела : учебное пособие для втузов / Г. И. Епифанов .— 2-е изд., перераб. и доп .— Москва : Высш. шк., 1977. Спб.: Лань, 2010	18 + 22
3.	Павлов, П.В. Основы физики твердого тела: Реальные кристаллы : учебное пособие для вузов / С. Г. Гестрин [и др.] ; Министерство общего и профессионального образования РФ; Саратовский государственный технический университет; Под ред. А. Н. Сальникова .— Саратов : Изд-во СГТУ, 1999 .— 55 с. : ил. — Библиогр.: с. 54 .— ISBN 5-7433-0608-7 : 9-00.	2
4.	Зиненко, Виктор Иванович. Основы физики твердого тела : учебное пособие для вузов / В. И. Зиненко, Б. П. Сорокин, П. П. Турчин .— Москва : Физматлит, 2001 .— 335 с. : ил. — Прил.: с. 331 .— Библиогр.: с. 332 .— Предм. указ.: с.333-335 .	2
5.	Физика твердого тела и конденсированных систем : лабораторный практикум / К.И. Лапкина [и др.] ; Пермский государственный технический университет; Под ред. К.И. Лапкиной .— Пермь : Изд-во ПГТУ, 2003.	143 + ЭБ
2.2. Периодические издания		
1	Физика твердого тела : журнал / Российская академия наук. Отделение физических наук; Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе .— Санкт-Петербург : Наука	
2	Physics of the solid state / Pleiades Publishing, Ltd. – Санкт-Петербург, Россия	
	Деформация и разрушение материалов / Общество с ограниченной ответственностью "Наука и технологии" – Москва, Россия	
	Журнал русской физической мысли / Издательство Русского физического общества "Общественная польза" – Мытищи, Московская область, Россия	
11	Материаловедение: научно-технический и производственный журнал.— Москва: Наука и технологии.	
2.3 Нормативно-технические издания		
	Не используются	
2.4 Официальные издания		
	Не используются	
2.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины		
1	Национальна Электронная Библиотека [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн. по всем отраслям знания] / М-во культуры Рос. Федерации. – [Москва, 2016]. – Режим доступа: http://нэб.рф , компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – "Загл. с экрана.	
2	Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016.	

Основные данные об обеспеченности на 20.11.2013 г

основная литература ☒ обеспечена ☐ не обеспечена

дополнительная литература ☒ обеспечена ☐ не обеспечена

Зав.отделом комплектования научной библиотеки
Тюрикова Н.В.

Текущие данные об обеспеченности на _____

Основная литература ☐ обеспечена ☐ не обеспечена

Дополнительная литература ☐ обеспечена ☐ не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки

Н.В. Тюрикова

8.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы

Таблица 8.1 – Программы, используемые для обучения и контроля

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	Лабораторная работа	Setsys Processing		ЛР по определению коэффициента линейного расширения твёрдых тел
2				

8.4 Аудио- и видео-пособия

Таблица 8.3 – Используемые аудио- и видео-пособия

Вид аудио-видео пособия				Наименование учебного пособия
теле-фильм	кино-фильм	слайды	аудио-пособие	
1	2	3	4	5

Карта книго-
обеспеченности
в библиотеку ордена

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

9.1 Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь (м ²)	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Аудитория с мультимедийным обеспечением	Кафедра МТиКМ	20 корпуса МТиКМ	40	30
2	Технологическая лаборатория	Кафедра МТиКМ	15 корпуса МТиКМ	40	10
3	Компьютерный класс (учебный лабораторный комплекс «Фемтоскан»)	Кафедра МТиКМ	23 корпуса МТиКМ	40	10
4	Химическая лаборатория	Кафедра МТиКМ	238 корпуса МТиКМ	40	10

9.2 Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1.	Мультимедиапроектор, ноутбук, акустическая система	1	оперативное управление	20
2.	Компьютерный класс системы Фемтоскан	1	оперативное управление	23
3.	Измеритель теплопроводности КИТ-2	1	оперативное управление	23

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания ка- федры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1.		
2.		
3.		
4.		