МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЯТШ
_____Долматов О.Ю.
«29» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Теоретическая физика

Направление подготовки/ специальность	03.03.02 Физика		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Физика конденсированного состояния		
Специализация			
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	3-4	семестр	**5, 6, 7, 8**
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	**216(6), 180(5), 216(6), 108(3)**		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		**32, 32, 32, 33**
	Практические занятия		**32, 24, 32, 22**
	Лабораторные занятия		**24, 16, 24, 0**
	ВСЕГО		**303 (88, 72, 88, 55)**
Самостоятельная работа, ч			**417 (128, 108, 128, 53)**
ИТОГО, ч			**720 (216, 180, 216, 108)**

Вид промежуточной аттестации	**Зачет/экзамен/ экзамен/зачет**	Обеспечивающее подразделение	**ОЭФ**

Заведующий кафедрой – руководитель отделения на правах кафедры		Лидер А.М.
Руководитель ООП		Склярова Е.А.
Преподаватель		Купрекова Е. И.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определённого ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов обучения	
		Код	Наименование
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК(У)-1.В1	Владеет опытом применения законов естественных наук и математических методов и моделей для решения задач теоретического и прикладного характера
		УК(У)-1.В2	Владеет репродуктивными методами познавательной деятельности и мыслительными операциями для решения задач естественнонаучных дисциплин
		УК(У)-1.У1	Умеет решать задачи теоретического и прикладного характера
		УК(У)-1.З1	Знает законы естественных наук и математические методы теоретического характера
		УК(У)-1.У2	Умеет обобщать усвояемые знания естественных наук категориями системного анализа и подхода и мыслительными операциями анализа, синтеза, сравнения и оценки
		УК(У)-1.З2	Знает репродуктивные методы познавательной деятельности, признаки системного подхода и системного анализа (естественнонаучные дисциплины)
ОПК(У)-3	Способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	ОПК(У)-3.В1	Владеет опытом применения общих физических методов для решения задач в профессиональной области
		ОПК(У)-3.В2	Владеет опытом применения общих положений теоретической физики для решения задач в профессиональной области
		ОПК(У)-3.У1	Умеет использовать базовые знания общей физики для решения профессиональных задач
		ОПК(У)-3.У2	Умеет использовать базовые знания теоретической физики для решения профессиональных задач
		ОПК(У)-3.З1	Знает фундаментальные разделы общей физики
		ОПК(У)-3.З2	Знает фундаментальные разделы теоретической физики
ПК(У)-1	Способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	ПК(У)-1.В1	Владеет опытом применения фундаментальных законов естественнонаучных дисциплин для освоения профильных физических дисциплин
		ПК(У)-1.У1	Умеет оценить границы применимости классической механики
		ПК(У)-1.З1	Знает фундаментальные законы естественнонаучных дисциплин
ПК(У)-2	Способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	ПК(У)-2.В1	Владеет опытом применения сложного физического оборудования
		ПК(У)-2.У1	Умеет использовать современную приборную базу
		ПК(У)-2.З1	Знает основные методы научных исследований в области физики конденсированного состояния
ПК(У)-4	Способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	ПК(У)-4.В2	Владеет опытом измерения результатов физического эксперимента
		ПК(У)-4.У2	Умеет осваивать новые методы и приборы исследования в области физики конденсированного состояния
		ПК(У)-4.З2	Знает методы измерений результатов физического эксперимента

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина **Теоретическая физика** относится к базовой части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы следующие результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	**Наименование**	
РД 1	Применять знания общих законов фундаментальных разделов теоретической физики, теорий, уравнений, методов для решения профессиональных задач	УК(У)-1, ОПК(У)-3, ПК(У) -1, ПК(У) -2, ПК(У) -4
РД 2	Выполнять расчёты ресурсов	УК(У)-1, ОПК(У)-3, ПК(У) - 2
РД 3	Применять экспериментальные методы определения структуры и свойств твёрдых тел: металлов, керамик, полимеров и композиционных материалов	УК(У)-1, ОПК(У)-3, ПК(У) - 4
РД 4	Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях структуры и свойств твёрдых тел: металлов, керамик, полимеров и композиционных материалов	УК(У)-1, ОПК(У)-3, ПК(У) - 1, ПК(У) - 2

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Модуль 1. Квантовая механика			
Раздел 1. Корпускулярные и волновые свойства вещества	РД 1	Лекции	12
		Практические занятия	12
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	40
Раздел 2. Элементы квантовой механики	РД 1	Лекции	8
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	41
Раздел 3. Методы аппроксимации квантовой механики	РД 1	Лекции	12
		Практические занятия	12
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	47
Модуль 2. Структура, дефекты и механические свойства твёрдых тел			
Раздел 1. Введение	РД 1, РД 3, РД 4	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	15
Раздел 2. Атомная структура и межмолекулярные связи	РД 1, РД 3, РД 4	Лекции	4
		Практические занятия	3
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	15
Раздел 3.	РД 1, РД 3,	Лекции	6
		Практические занятия	4

Структура кристаллических твёрдых тел	РД 4	Лабораторные занятия	3
		Самостоятельная работа	15
Раздел 4. Дефекты в твёрдых телах	РД 1, РД 3, РД 4	Лекции	6
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	3
		Самостоятельная работа	16
Раздел 5. Диффузия в твёрдых телах	РД 1, РД 3, РД 4	Лекции	4
		Практические занятия	3
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	15
Раздел 6. Механические свойства твёрдых тел	РД 1, РД 3, РД 4	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	16
Раздел 7. Упрочнение твёрдых тел	РД 1, РД 3, РД 4	Лекции	6
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	16
Модуль 3. Физика твёрдого тела: теория и практика			
Раздел 1. Разрушение твёрдого тела	РД 1, РД 2, РД 3, РД 4	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	15
Раздел 2. Фазовые диаграммы и фазовые превращения	РД 1, РД 2, РД 3, РД 4	Лекции	10
		Практические занятия	10
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	40
Раздел 3. Электрические свойства твёрдых тел	РД 1, РД 2, РД 3, РД 4	Лекции	8
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	30
Раздел 4. Теплофизические свойства твёрдых тел	РД 1, РД 2, РД 3, РД 4	Лекции	8
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	28
Раздел 5. Коррозия и деструкция материалов	РД 1, РД 2, РД 3, РД 4	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	15
Модуль 4. Материаловедение и технология материалов			
Раздел 1. Магнитные свойства твёрдых тел	РД 1, РД 2, РД 3, РД 4	Лекции	12
		Практические занятия	6
		Самостоятельная работа	14
Раздел 2. Оптические свойства твёрдого тела	РД 1, РД 2, РД 3, РД 4	Лекции	8
		Практические занятия	6
		Самостоятельная работа	13
Раздел 3. Виды материалов и области их применения	РД 1, РД 2, РД 3, РД 4	Лекции	10
		Практические занятия	6
		Самостоятельная работа	14
Раздел 4. Проблемы экономики, охраны окружающей среды и социальные	РД 1, РД 2, РД 3,	Лекции	3
		Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	14

аспекты материаловедения	РД 4		

Содержание разделов дисциплины:

Модуль 1. Квантовая механика

Раздел 1. ***Корпускулярные и волновые свойства вещества***

Подготовительный раздел, в котором делается обзор причин создания квантовой теории. Приводятся основные экспериментальные факты, составляющие основу для введения квантовой механики. Вводится понятие волновой функции, даётся её интерпретация с точки зрения плотности вероятности (интерпретация Бора), водится понятие волнового пакета, фазовой и групповой скорости.

Темы лекций:

1. Место квантовой механики в современной физической науке.
2. Предпосылки к появлению квантовой физики
3. Корпускулярные свойства излучения.
4. Волновые свойства микрочастиц
5. Простейшие модели атома
6. Математический подход к описанию дуализма: волновые пакеты, групповая и фазовая скорости

Темы практических занятий:

1. Тепловое излучение и его характеристики.
2. Эмпирические законы теплового излучения.
3. Корпускулярные свойства излучения
4. Волновые свойства частиц. Принцип неопределённостей
5. Простейшие модели атома водорода.
6. Волновые пакеты и нормировка. Групповая и фазовая скорости.

Названия лабораторных работ:

1. Изучение спектра водорода и постоянной Ридберга (4 часа)
2. Фотоэффект (4 часа)

Раздел 2. ***Формализм квантовой механики***

Проводится знакомство с математическим аппаратом квантовой механики. Вводятся понятия волновой функции, уравнения Шредингера, линейных операторов, Гильбертова пространства, бра и кет векторов. Рассматриваются волновая формулировка Шредингера и матричное представление Гейзенберга в непрерывной и дискретной базисной системах, соответственно.

Темы лекций:

7. Математический аппарат квантовой механики
8. Представление в непрерывном и дискретном базисе.
9. Постулаты квантовой механики: состояние системы, наблюдаемые величины
10. Эволюция состояния системы, симметрия и законы сохранения

Темы практических занятий:

7. Линейное пространство, волновые функции, квантовые состояния, операторы, коммутаторы.
8. Волновое и матричное представления в непрерывной и дискретной базисной системах.
9. Принцип суперпозиции и измерение. Эволюция состояния

10. Симметрия и законы сохранения

Названия лабораторных работ:

3. Определение постоянной Стефана – Больцмана и постоянной Планка при помощи оптического пирометра с исчезающей нитью (4 часа)
4. Опыт Франка-Рида (4 часа)

Раздел 3. ***Задачи и методы аппроксимации квантовой механики***

Рассматриваются решения уравнения Шредингера для разных видов движения: линейного, вращательного и колебательного. Вводятся понятия теории групп. Рассматриваются методы аппроксимации квантовой механики.

Темы лекций:

11. Свойства одномерного движения, свободная частица, потенциальный барьер.
12. Движение в потенциальной яме. Гармонический квантовый осциллятор.
13. Вращательное движение. Движение в центральном поле. Спин
14. Ансамбли невзаимодействующих квантовых частиц.
15. Теория групп и симметрия объектов.
16. Методы аппроксимации.

Темы практических занятий:

11. Уравнение Шредингера.
12. Момент импульса в квантовой механике.
13. Вращательное движение.
14. Движение в центральном поле. Спин
15. Ансамбли невзаимодействующих квантовых частиц.
16. Теория групп и расчёты симметрии. Симметричные свойства волновых функций

Названия лабораторных работ:

5. Исследование полупроводникового диода (4 часа)
6. Эффект Комптона (4 часа)

Модуль 2. Структура, дефекты и механические свойства твердых тел

Раздел 1. ***Введение***

Знакомство с ключевыми понятиями курса (состав, строение, структура, свойства, параметры, качество) и установление взаимосвязи между ними. Даётся современная классификация твёрдых тел, к которым относятся не только металлические, но и не металлические материалы: пластические массы, техническая керамика, композиционные материалы, аморфные сплавы, имеющие параметры прочности, совместимые с металлическими изделиями, но лишённые их недостатков.

Темы лекций:

1. Материаловедение и применение материалов. Классификация материалов. Современные материалы. Материалы будущего. Необходимость создания новых материалов.

Темы практических занятий:

1. Материаловедение и применение материалов. Атомная структура и межмолекулярное взаимодействие.

Названия лабораторных работ:

1. Проектирование кристаллических структур

Раздел 2. ***Атомная структура и межмолекулярные связи***

Рассматриваются фундаментальные понятия и концепции, которые необходимы для дальнейшего обсуждения свойств материалов. К ним относятся атомная структура, конфигурация электронов в атоме, периодическая таблица элементов, первичные и вторичные межатомные связи, которые обеспечивают сохранение тела, как единого целого. Эти вопросы рассматриваются кратко, так как предполагается, что слушатели знакомы с некоторыми сведениями, обсуждаемыми в данном модуле, из предшествующих курсов.

Темы лекций:

2. Атомная структура. Электроны в атоме. Модели атома. Квантовые числа. Электронные конфигурации. Периодическая таблица элементов.

3. Атомные связи в твердых телах. Силы и энергии связей. Первичные межатомные связи. Вторичные или ван-дер-Ваальсовые связи. Гибридные связи. Молекулы.

Темы практических занятий:

2. Атомные связи в твердых телах. Силы и энергии связей.
3. Кристаллическая структура металлов. Расчет плотности кристаллов. Полиморфизм и аллотропия.

Названия лабораторных работ:

2. Кристаллические структуры

Раздел 3. ***Структура кристаллических твердых тел***

Рассматривается структура вещества, возникающая как следствие определенного взаимного расположения атомов в твердом теле. В рамках этих представлений вводится понятие кристаллического и некристаллического материала. Дается различие между монокристаллами, поликристаллами и некристаллическими телами. Структура кристаллического тела описывается в терминах элементарной ячейки. Для детального описания кристаллической структуры металлов вводятся понятия кристаллического узла, направления, плоскости. Формулируются правила определения индексов точек, направлений и плоскостей.

Темы лекций:

4. Кристаллическая структура. Основные понятия. Элементарная ячейка. Кристаллическая структура металлов. Расчет плотности. Полиморфизм и аллотропия. Кристаллические системы. Координаты точек, направлений плоскостей.

5. Линейная и планарная плотности. Плотноупакованные структуры. ГЦК, ОЦК, ГПУ, КЧ, КПУ, Плотность металлов. Полиморфизм и аллотропия. Пустоты плотнейших упаковок. Многослойные упаковки. Способы обозначения плотнейших шаровых упаковок. Структурные типы кристаллов Политипия. Изоморфизм. Полиморфизм. Моно-, поликристаллы. Анизотропия.

6. Рентгеновские исследования структуры кристаллов. Классификация дифракционных методов исследования кристаллов по виду использованного излучения. Формула Вульфа-Брегга. Условия Лауэ. Экспериментальные (дифракционные) методы исследования структуры кристаллов: метод Лауэ, метод вращающегося кристалла, порошковый метод (метод Дебая-Шеррера). Некристаллические твердые тела.

Темы практических занятий:

4. Кристаллические системы. Индицирование кристаллов. Линейная и планарная

плотности.

5. Рентгеновская дифракция: определение структуры кристаллов.

Названия лабораторных работ:

3. Рентгеновская дифракция: определение структуры кристаллов.

Раздел 4. ***Дефекты в твердых телах***

Знакомство с основными видами дефектов кристаллической решётки. Многие свойства материалов чрезвычайно чувствительны к отклонениям от кристаллического совершенства. Влияние это не всегда негативное и зачастую конкретные дефекты намеренно вводятся в контролируемых количествах для получения материалов с заранее заданными свойствами. Кристаллический дефект относится к нарушению решётки в одном или нескольких измерениях на расстояниях порядка атомного диаметра. Классификация кристаллических несовершенств делается в соответствии с геометрией или размерностью дефекта. Рассматривается несколько видов дефектов, в том числе точечные, линейные (или одномерные) и межфазные (границы, или двухмерные) дефекты. Обсуждаются также примеси в твёрдых телах, которые могут выступать в качестве точечных дефектов. Наконец, кратко описаны методы микроскопического исследования дефектов и структуры материалов.

Темы лекций:

7. **Точечные дефекты в твердых телах.** Вакансии и собственные дефекты. Примеси. Спецификация состава. Термодинамика. Равновесная концентрация. Миграция. Источники и стоки. Комплексы. Поведение при отжиге и закалке. Влияние внешнего давления на образование вакансий. Сверхравновесные вакансии. Методы определения концентрации вакансий, энергии их образования и миграции.
8. Линейные дефекты — дислокации. Контур и вектор Бюргерса. Типы дислокаций. Знаки дислокаций. Скольжение и переползание. Энергия, натяжение дислокации. Взаимодействие дислокаций. Дислокационные реакции. Возникновение и размножение дислокаций.
9. Дефекты на межфазных границах. Объемные дефекты. Колебания атомов. Техника микроскопического анализа. Определение размера зерна

Темы практических занятий:

6. Точечные дефекты: вакансии и междоузельные атомы, равновесная концентрация, влияние внешнего давления на образование вакансий, определение концентрации, энергии образования и миграции.
7. Дислокации. Дислокации в ГЦК монокристаллах. Взаимодействие дислокаций. Методы расчета среднего размера зерна и гранулометрического номера.

Названия лабораторных работ (на выбор):

4. Моделирование дефектов с помощью пузырьковой модели.
5. Моделирование дислокационных реакций

Раздел 5. ***Диффузия в твёрдых телах***

Многие процессы, которые играют принципиальную роль в формировании практически важных свойств материалов, протекают за счет переноса массы внутри некоторого твердого тела (обычно на микроскопическом уровне), жидкости, газа, или другой твердой фазы. Это явление носит название диффузии - явление переноса материала за счет движения атомов. Раздел 5 нацелен на знакомство с атомными механизмами, посредством которых происходит диффузия, уравнениями диффузии и изучение влияния температуры на скорость диффузии. Рассматриваются понятия диффузионного потока, стационарной и нестационарной диффузии. Анализируются факторы, оказывающие влияние на скорость протекания

диффузионных процессов. Рассматриваются пути и принципы решения практических инженерных задач, связанных с диффузией точечных дефектов, и позволяющих прогнозировать свойства металлов и полупроводников.

Темы лекций:

10. Диффузия. Механизмы. Первый закон Фика. Второй закон Фика – закон для нестационарной диффузии. Общий метод решения задач о диффузии.
11. Роль точечных дефектов в диффузионных процессах. Диффузия как случайные блуждания. Диффузия в полупроводниках. Факторы, влияющие на диффузию.

Темы практических занятий:

8. Диффузия в металлах и полупроводниках.

Названия лабораторных работ:

6. Диффузия в твёрдых телах

Раздел 6. *Механические свойства твёрдых тел*

В процессе эксплуатации материалы подвергаются действию сил или нагрузок. Это относится и к алюминиевым сплавам, из которых изготовлены крылья самолетов, и к стальным изделиям, используемым для строительства автомобильных мостов. В таких ситуациях необходимо знать не только конструкцию объекта, но и характеристики материалов, из которых этот объект будет сконструирован с тем, чтобы результирующие деформации не были излишними и приводили к его преждевременному разрушению. Механические свойства материала отражают его ответ на действие внешних приложенных сил или нагрузки. В разделе рассматриваются ключевые механические свойства металлов такие, как жёсткость, прочность, твёрдость, пластичность, рассматриваются основные факторы, оказывающие влияние на механические характеристики материалов и их изменение в процессе эксплуатации.

Темы лекций:

12. Механическое напряжение, его тензор. Виды деформаций (растяжение, сжатие, сдвиг, кручение, изгиб). Упругая и пластическая деформация. Диаграмма деформации. Закон Гука. Коэффициент Пуассона. Модуль Юнга. Модуль сдвига. Правило смеси. Термическое расширение. Атомная картина упругости. Неупругость.
13. Упругие свойства материалов. Истинные деформация и напряжение. Возврат. Твёрдость. Вариативность свойств материалов. Дизайн и безопасность.

Темы практических занятий:

9. Механические свойства металлов. Определение механических характеристик из кривых течения
10. Твердость. Пластическое течение. Дизайн. Инженерные вопросы и проблемы.

Названия лабораторных работ:

7. Механические свойства конструкционных материалов

Раздел 7. *Упрочнение твёрдых тел*

В микроскопическом масштабе пластическая деформация соответствует движению большого числа атомов в ответ на действие внешней приложенной нагрузки. В ходе данного процесса все межатомные связи должны быть разорваны, а затем вновь образованы. Такой механизм деформации энергетически невыгоден. В кристаллических твердых телах пластическая деформация чаще происходит за счет движения линейных кристаллических дефектов - дислокаций. В данном разделе рассматриваются характеристики дислокаций и их

вовлечение в пластическую деформацию. Также рассматривается альтернативный процесс, посредством которого некоторые металлы деформируются пластически - двойникование. Представлены механизмы упрочнения однофазных металлов, которые описаны с использованием понятия «движение дислокаций». Наконец, проводится знакомство с понятиями роста зерна, а также возврата и рекристаллизации - процессов, которые происходят в пластически деформированных металлах, как правило, при повышенных температурах.

Темы лекций:

14. Кристаллография пластической деформации. Теоретическая прочность. Необходимость введения дислокаций. Системы скольжения. Скольжение в монокристаллах. Пластическая деформация поликристаллов.
15. Механизмы упрочнения. Частичные дислокации, двойникование. Твердорастворное упрочнение. Взаимодействие дислокаций с точечными дефектами. Деформационное упрочнение: лес дислокаций, плоские скопления. Зернограничное упрочнение: влияние размера зерна. Упрочнение частицами вторых фаз (механизмы огибания, прорезания), упрочнение порядком.
16. Восстановление. Возврат. Рекристаллизация. Рост зерна.

Темы практических занятий:

11. Системы скольжения. Скольжение в монокристаллах
12. Кристаллография пластической деформации.

Названия лабораторных работ (на выбор):

8. Упрочнение материала при формировании дислокационной субструктуры

Модуль 3. Физика твёрдого тела: теория и практика

Раздел 1. ***Разрушение***

Рассматриваются вязкий и хрупкий типы разрушения, основы механики разрушения, трещиностойкость испытания, вязко-хрупкий переход, усталость и ползучесть. Включено также рассмотрение приёмов и методов, с помощью которых разрушение может быть предотвращено.

Темы лекций:

1. Основы теории разрушения. Пластичное разрушение. Хрупкое разрушение. Принципы механики разрушения. Разрушение при ударе. Усталость
2. Факторы, влияющие на долговечность. Влияние окружающей среды. Ползучесть. Влияние напряжения и температуры. Метод экстраполяции. Высокотемпературные сплавы.

Темы практических занятий:

1. Разрушение.
2. Циклические напряжения. Долговечность. Ползучесть

Названия лабораторных работ:

1. Анализ структуры изломов (4 часа)

Раздел 2. ***Фазовые диаграммы и фазовые превращения***

Рассматриваются терминология, связанная с фазовыми диаграммами и фазовыми переходами, фазовые диаграммы для чистых материалов, вопросы интерпретации фазовых диаграмм, некоторые обычные и относительно простые диаграммы бинарных систем, включая диаграмму железо-углерод, формирование равновесной микроструктуры при

охлаждении для некоторых случаев.

Темы лекций:

3. Фазовые диаграммы унарных систем. Бинарные изоморфные системы. Интерпретация фазовых диаграмм. Образование микроструктуры в изоморфных сплавах. Механические свойства.
4. Бинарные эвтектические системы. Образование микроструктуры в эвтектических сплавах. Равновесные фазовые диаграммы с промежуточными фазами или соединениями.
5. Эвтектоидные и перитектические реакции. Конгруэнтные фазовые переходы. Тройные фазовые диаграммы. Правило фаз Гиббса.
6. Система железо-углерод. Фазовая диаграмма. Образование микроструктуры. Влияние легирующих элементов
7. Фазовые превращения в металлах. Микроструктура и изменения свойств в сплавах железа с углеродом. Дисперсионное твердение

Темы практических занятий:

16. Особенности фазовых диаграмм однокомпонентных систем
17. Особенности фазовых диаграмм бинарных систем
18. Читаем диаграмму состояния.
19. Строим диаграмму состояния
20. Диаграммы изотермического превращения. Дизайн финишной микроструктуры.

Названия лабораторных работ:

2. Устройство и принцип работы микроскопа. Приготовление металлографических шлифов.
3. Построение диаграммы «свинец – сурьма» (4 час)

Раздел 3. *Электрические свойства*

Рассматриваются электрические свойства веществ. Рассмотрение начинается с явления проводимости: введения параметров, характеризующих это явление, обсуждения механизма проводимости, обусловленного движением электронов, и того, как зонная структура электронов определяет способность вещества проводить электрический ток. Особое внимание уделяется характеристикам полупроводников и описанию полупроводниковых устройств. Рассматриваются диэлектрические свойства изолирующих веществ. Заключительная часть раздела посвящена рассмотрению явлений сегнето- и пьезоэлектричества.

Темы лекций:

8. Классификация твёрдых тел по величине электропроводности. Электропроводность металлов. Классическая теория электропроводности и ее трудности. Одноэлектронное приближение. Функции Блоха. Зоны Бриллюэна. Поверхность Ферми.
9. Энергетический спектр электронов в кристалле. Модель Кронига – Пенни. Металлы, диэлектрики, проводники. Эффективная масса электрона. Энергетические уровни примесных атомов в кристалле. Локализованные состояния, связанные с поверхностью. Электронный Ферми–газ в металлах. Эффект Холла.
10. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Беспримесные полупроводники. Примесная проводимость полупроводников. Донорные и акцепторные полупроводники. Полупроводниковые устройства.
11. Электропроводность диэлектриков. Диэлектрические свойства. Сегнетоэлектрики. Сегнетоэлектрические домены. Пьезоэлектричество. Проводимость в ионной керамике и полимерах.

Темы практических занятий:

8. Зонная теория в твердях телах. Подвижность носителей заряда. Сопротивление металлов.
9. Полупроводники. Температурная зависимость носителей заряда.
10. Эффект Холла. Полупроводниковые приборы
11. Диэлектрические свойства. Типы поляризации. Теория и практика решения инженерных задач.

Названия лабораторных работ:

4. Изучение микроструктуры цветных металлов и сплавов
5. Отпуск стали (4 часа)

Раздел 4. ***Теплофизические свойства***

Рассматриваются важные характеристики различных твердых тел, такие как теплоёмкость, коэффициент температурного расширения и теплопроводность.

Темы лекций:

12. Динамика решётки. Гармоническое приближение. Нормальные моды одномерной моноатомной решётки Браве.
13. Нормальные моды одномерной решети с базисом, колебания трёхмерной решётки. Теплоёмкость металлов. Закон Дюлонга и Пти.
14. Квантовая теория теплоёмкости. Фононы. Акустические и оптические моды колебаний решётки. Теплоёмкость при высоких, низких и промежуточных температурах.
15. Приближение Дебая. Приближение Эйнштейна. Электронная теплоёмкость. Учёт вклада свободных электронов. Тепловое расширение твёрдых тел. Теплопроводность твёрдых тел.

Темы практических занятий:

12. Теплопроводность и термическое растяжение.
13. Термические напряжения. Теплоёмкость. Закон Дюлонга и Пти.
14. Теплоёмкость. Приближение Дебая и Эйнштейна.
15. Тепловое расширение твёрдых тел. Теплопроводность твёрдых тел

Названия лабораторных работ:

16. Исследование влияния холодной пластической деформации и последующего нагрева на микроструктуру и твёрдость низкоуглеродистой стали.
17. Изучение микроструктуры легированной стали (4 часа)

Раздел 5. ***Коррозия и деструкция материалов***

Обсуждается разрушение трёх типов материалов (металлы, керамика, полимеры). Особое внимание уделяется механизмам этого явления, сопротивлению воздействия окружающей среды и мерам по предотвращению или замедлению скорости деградации.

Темы лекций:

16. Коррозия металлов, керамических материалов и деструкция полимеров

Темы практических занятий:

16. Коррозия металлов, керамических материалов и деструкция полимеров

Модуль 4. Материаловедение и технология материалов

Раздел 1. ***Магнитные свойства твёрдых тел***

Приводится краткое описание происхождения магнитных полей, обсуждаются различные векторные величины, связанные с магнитными полями, описываются параметры, характеризующие магнитные свойства. Рассматриваются явления диа-, пара-, ферро- и ферримагнетизма. Приводятся примеры магнитных материалов, описывается явление сверхпроводимости.

Темы лекций:

1. Намагниченность и восприимчивость. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Функции Бриллюэна и Ланжевена.
2. Закон Кюри. Спиновый парамагнетизм Паули. Диамагнетизм Ландау.
3. Ферромагнетизм. Закон Кюри-Вейсса. Модель Гейзенберга. Спиново-обменное взаимодействие, обменный интеграл. Антиферромагнетизм и ферримагнетизм.
4. Ферриты. Доменная структура. Феромагнитные домены. Гистерезис, остаточная намагниченность, коэрцитивная сила, потери энергии, магнитомягкие и магнитожесткие материалы. Движение границ при намагничивании, эффект Баркгаузена. Магнитная анизотропия.
5. Сверхпроводимость. Эффект Мейснера. Сверхпроводники первого и второго рода. Воздействия, разрушающие сверхпроводимость. Микроскопическая теория сверхпроводимости Бардина-Купера-Шриффера.
6. Высокотемпературные сверхпроводники. Роль нанотехнологий в создании высокотемпературных сверхпроводников.

Темы практических занятий:

1. Магнитные свойства твёрдых тел.
2. Магнетики, ферримагнетизм.
3. Сверхпроводимость

Раздел 2. ***Оптические свойства материалов***

Обсуждаются некоторые основные концепции и принципы, относящиеся к природе электромагнитного излучения и возможным механизмам его взаимодействия с твердыми материалами. Рассматриваются оптические свойства металлических и неметаллических материалов с точки зрения показателей, характеризующих его способность к поглощению, отражению и пропусканию электромагнитных колебаний. Описываются явления люминесценции, фотопроводимости и усиления света путем вынужденной эмиссии излучения, практическое использование этого явления, а также применение оптических волокон в средствах связи.

Темы лекций:

7. Оптические свойства металлов и неметаллов (4 часа).
8. Применение оптических явлений.

Темы практических занятий:

4. Оптические свойства металлов и неметаллов (4 часа)
5. Применение оптических явлений.

Раздел 3. ***Виды материалов и области их применения***

Дается краткий обзор свойств некоторых типов металлических сплавов, керамик и полимерных материалов, их общих свойств и ограничений при применении.

Темы лекций:

9. Типы металлических сплавов. Производство изделий из металлов.

10. Типы керамики. Изготовление изделий из керамических материалов.
11. Виды полимеров.
12. Синтез и получение изделий из полимеров.
13. Композиты.

Темы практических занятий:

6. Типы металлических сплавов. Производство изделий из металлов и композитов.
7. Типы керамики, полимеров.
8. Изготовление изделий из керамик и полимеров.

Раздел 4. ***Проблемы экономики, охраны окружающей среды и социальные аспекты материаловедения***

Темы лекций:

16. Проблемы экономики, охраны окружающей среды Социальные аспекты материаловедения

Темы практических занятий:

10. Проблемы экономики, охраны окружающей среды
11. Социальные аспекты материаловедения

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Выполнение домашних заданий и контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

1. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика. В 10 томах. Том 3. Квантовая механика (нерелятивистская теория) / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. — 5-е изд., стер. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2001. — 808 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/2380— Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Ландау, Л. Д. Курс теоретической физики. В 10 томах. Том 5. Статистическая физика. В 2 частях. Часть 1: учебное пособие / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. — 5-е изд., стер. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2001. — 616 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/2230. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика. В 10 томах. Том 9. Статистическая физика. В 2 частях. Часть 2. Теория конденсированного состояния: учебное пособие / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. — 4-е изд., стер. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2004. — 496 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/2235. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Епифанов, Г. И. Физика твердого тела : учебное пособие / Г. И. Епифанов. — 4-е изд.,

стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 288 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/2023. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Матухин, В. Л. Физика твердого тела : учебное пособие / В. Л. Матухин, В. Л. Ермаков. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 224 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/262. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Электронный курс: Теоретическая физика, часть 1 https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=1997
2. Электронный курс: Теоретическая физика, часть 2, https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=2365
3. Виртуальный лабораторный комплекс «Физика. Оптика, квантовая физика», https://yadi.sk/d/-Xa3f3cswwL9hg
4. Виртуальный лабораторный комплекс "Физика. Оптика и атомная физика", https://do.tpu.ru/course/view.php?id=27

Профессиональные Базы данных:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – https://elibrary.ru

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ)**:

1. Microsoft Office 2016 Standard Russian Academic;
2. 7-Zip;
3. Adobe Acrobat Reader DC;
4. Adobe Flash Player;
5. AkelPad;
6. Far Manager;
7. Google Chrome;
8. Mozilla Firefox ESR;
9. Notepad++;
10. OEF OpenBoard;
11. ownCloud Desktop Client;
12. Tracker Software PDF-XChange Viewer;
13. WinDjView;
14. Document Foundation LibreOffice;
15. Cisco Webex Meetings;
16. Zoom Zoom.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование для лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 43 206	Комплект учебной мебели на 50 посадочных мест Проектор - 1 шт.; Телевизор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 43 401	Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Шкаф для документов - 1 шт.; Компьютер - 13 шт.; Проектор - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего	Комплект учебной мебели на 25 посадочных мест Проектор - 1 шт.;

	контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 43 122	Компьютер - 1 шт.
4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 43 127	Комплект учебной мебели на 20 посадочных мест

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 03.03.02 Физика/ Физика конденсированного состояния/ (приёма 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
доцент		Купрекова Елена Ивановна

Программа одобрена на заседании кафедры общей физики (протокол №6 от «20» 06 2019 г.).

Заведующий кафедрой –
руководитель отделения
на правах кафедры
д.т.н _____/Лидер А.М./
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения ЭФ
2020/2021 учебный год	Внесены изменения в п.6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины в связи с переходом на частичное/полное дистанционное обучение и внедрением в обучение программного обеспечения Cisco Webex Meetings и Zoom	**Протокол** № 3 от 31.08.2020 г.