


УТВЕРЖДАЮ
Директор ФТИ
Долматов О.Ю. 
«01» 06 2015 г.

**БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В ИССЛЕДОВАНИИ
КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ»**

Направление (специальность) ООП: **03.03.02 Физика**
Номер кластера (для унифицированных дисциплин) **ДИСЦ.В.М.1.4.1**

Профиль подготовки (специализация, программа) **Физика
конденсированного состояния вещества**
Квалификация (степень) **Академический бакалавр**
Базовый учебный план приема **2015 г.**
Курс **4** семестр **7, 8**
Количество кредитов **6**
Код дисциплины **ДИСЦ.В.М.1.4.1 (Б1.ВМ.5.1.4.1)**

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения
Лекции, ч	38
Лабораторные занятия, ч	38
Аудиторные занятия, ч	76
Самостоятельная работа, ч	140
ИТОГО, ч	216

Вид промежуточной аттестации: **зачет (7 семестр), курсовая работа (8 семестр), экзамен (8 семестр)**

Обеспечивающее подразделение: **кафедра общей физики ФТИ**

Заведующий кафедрой  **к.ф.-м.н., доцент Лидер А.М.**

Руководитель ООП  **к.п.н., доцент Склярова Е.А.**

Преподаватель  **д.ф.-м.н., доцент Панин А.В.**

2015 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Экспериментальные методы в исследовании конденсированного состояния» является формирование у обучающихся теоретических и практических знаний о современных методах исследования материалов, развитие навыков применения полученных знаний при выборе методов исследования, необходимых и достаточных для диагностики структуры и свойств изделий, а также при разработке современных наукоемких технологий.

Цель дисциплины соответствует целям ООП подготовки бакалавров по направлению 03.03.02 Физика.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Экспериментальные методы в исследовании конденсированного состояния» относится к вариативной части вариативного междисциплинарного профессионального модуля основной образовательной программы.

Дисциплине «Экспериментальные методы в исследовании конденсированного состояния» предшествует освоение таких дисциплин (ПРЕРЕКВИЗИТЫ), как «Высшая математика», «Химия», «Физика», «Английский язык». КОРЕКВИЗИТАМИ являются курсы «Основы анализа поверхности твердых тел и тонких пленок», «Кристаллография», а также учебно-исследовательская работа студентов.

Для успешного освоения дисциплины студентам необходимо иметь представление о современном материаловедении, уметь составлять уравнения химических реакций, уметь проводить анализ и обработку данных с использованием современных компьютерных программ. Иметь опыт работы в приложениях Microsoft Office.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с требованиями ООП после изучения дисциплины «Экспериментальные методы в исследовании конденсированного состояния» направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

общекультурные компетенции:

- способность работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-6);
- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

общепрофессиональные компетенции:

- способность понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, осознавать опасность и угрозу, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности (ОПК-4);

- способность использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией (ОПК-5);
- способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-6);

профессиональные компетенции:

- способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1);
- 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-2);
- способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин (ПК-4);
- способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований (ПК-5);
- способность понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований (ПК-6);
- способность участвовать в подготовке и составлении научной документации по установленной форме (ПК-7).

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения):

- получение организационно-управленческих навыков при работе в научных группах, критическое переосмысление накопленного опыта, изменение при необходимости профиля своей профессиональной деятельности, ответственность за последствия своей инженерной деятельности (Р5);
- проведение научных теоретических и экспериментальных исследований в областях: материаловедения, атомной и ядерной физики, водородной энергетики, физики плазмы с помощью современной приборной базы с использованием специализированных знаний физики и освоенных профильных дисциплин (Р6);
- применение на практике профессиональных знаний теории и методов физических исследований, а также профессиональных знаний и умений в результате освоения профильных дисциплин для проведения физических исследований в инновационных областях науки, используя современные методы обработки, анализа и синтеза информации (Р7);
- использование на практике теоретических основ организации и планирования физических исследований, участие в подготовке и составлении научной документации по установленной форме, понимание и применение на практике методов управления в сфере природопользования (Р8).

Для достижения данных результатов при освоении дисциплины «Экспериментальные методы в исследовании конденсированного состояния» студентом должен:

знать:

- структуру и основное содержание курса, а также взаимосвязь частей курса между собой;
- теоретические принципы, положенные в основу методов исследования структуры и свойств материалов, достоинства и ограничения методов;
- требования, предъявляемые к объектам исследования, технику отбора и приготовления проб для анализа;
- устройство и принцип работы приборов;
- методику проведения анализа;

уметь:

- всесторонне оценивать и выбирать необходимые методы исследования, модифицировать существующие методы, исходя из задач конкретного исследования;
- осуществлять сбор, обработку и анализ данных, полученных в ходе экспериментальных исследований;
- оценивать достоверность результатов, полученных экспериментально;
- представлять итоги научно-исследовательской работы в виде отчетов, докладов на семинарах, с использованием компьютерных презентаций;

владеть:

- практическим опытом выполнения самостоятельной научно-исследовательской и научно-педагогической деятельности;
- навыками ведения библиографической работы с привлечением современных информационных технологий, а также пользоваться рекомендованной литературой и рекомендованными источниками для решения аналитических задач в экспериментальных исследованиях;
- навыками и опытом самостоятельной эксплуатации современного лабораторного и аналитического оборудования и приборов, предназначенных для тестирования материалов.

После изучения дисциплины «Экспериментальные методы в исследовании конденсированного состояния» студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

- правильно оценивать тенденции развития научных исследований. формировать программы проведения физических исследований по заданной тематике (РД1);
- ставить и решать задачи, требующие креативного мышления и оригинальности в разработке концептуальных аспектов проектов научных исследований в области материаловедения (РД2);
- самостоятельно делать выбор метода / методики исследования структуры и свойств материалов в соответствии с поставленными целями и задачами (РД3);
- владеть современными методами анализа структуры и свойств различных материалов, прогнозирование их изменений при различных внешних

воздействиях (РД4);

- работать в команде исследователей, выполняющих междисциплинарные исследования; участвовать в обработке полученных результатов научных исследований на современном уровне (РД5).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аннотированное содержание курса «Экспериментальные методы в исследовании конденсированного состояния» и его структура по разделам и видам учебной деятельности представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Аннотированное содержание разделов дисциплины

Тема и содержание лекций	Название лабораторных работ
СЕМЕСТР 7	
МОДУЛЬ 1. СТРУКТУРНЫЕ МЕТОДЫ АТТЕСТАЦИИ ТВЕРДЫХ ТЕЛ (лекции - 14 ч., лабораторные работы - 12 ч.)	
Лекция 1. Методы исследования взаимодействия элементарных частиц. Адронный коллайдер. Связь структуры твердых тел с их эксплуатационными характеристиками. Экспериментальные методы исследования фононных и электронных спектров кристаллов. Физические принципы детектирования элементарных частиц.	Спектральный анализ металлов и сплавов (4 часа)
Лекция 2. Просвечивающая электронная микроскопия. Принцип получения изображений. Формирование дифракционной картины и изображений в сканирующем электронном микроскопе. Светлопольные и темнопольные изображения. Пробоподготовка. Электронография.	
Лекция 3. Принцип получения картин дифракции обратно рассеянных электронов. Линии Кикучи. Возможности метода EBSD.	
Лекция 4. Рентгеноструктурный анализ. Принцип рентгеновской дифракции. Принцип генерирования рентгеновского излучения. Условие Вульфа-Брэгга.. Рентгеноспектральный анализ. Рентгенофлуоресцентный анализ. Подготовка	Рентгеноструктурный и рентгенофазовый анализ металлических образцов (4 часа)

Тема и содержание лекций	Название лабораторных работ
и установка образца. Проведение измерений. Обработка данных анализа. Расчет областей когерентного рассеяния, микро- и макронапряжений.	
Лекция 5. ВИМС, ОЖЕ-спектрометрия. Десорбционные методы анализа. Термодесорбция, электронно-стимулированная десорбция, фотодесорбция, десорбция ионным ударом, полевая десорбция. Современные масс-спектрометры.	
Лекция 6. Ультразвуковая дефектоскопия. Основные закономерности распространения ультразвуковых волн в кристалле. Влияние дефектов кристаллической решетки на скорость звука. Методы измерения сигналов. Методы выделения сигналов на фоне помех, методы обнаружения разделения и выделения сигналов.	Исследование дефектной структуры поверхностно-упрочненных металлов методом акустоэмиссии (4 часа)
Лекция 7. Синхротронное излучение. Теория синхротронного излучения. Источники синхротронного излучения. Спектроскопия на источниках СИ. Структурные исследования с СИ: Технологические применения синхротронного излучения. Экспериментальные методы исследования конденсированного состояния с использованием нейтронных пучков.	
МОДУЛЬ 2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ТВЕРДЫХ ТЕЛ (лекции - 6 ч., лабораторные работы - 16 ч.)	
Лекция 8. Сканирующая зондовая микроскопия. Принцип получения изображений. СТМ - измерения в режимах постоянного тока и постоянной высоты. Контактный, бесконтактный и полуконтактный режимы работы АСМ. Потенциал Леннарда-Джонса. Преимущества и недостатки сканирующей туннельной и атомно-силовой микроскопии. Границы применения.	Исследование морфологии поверхности тонких пленок и покрытий методом атомно-силовой микроскопии (8 часов)
Лекция 9. Сканирующая электронная микроскопия. Принцип получения изображений. Преимущества и недостатки.	

Тема и содержание лекций	Название лабораторных работ
Фрактографический анализ.	
<p>Лекция 10. Принцип действия, увеличение и разрешающая способность оптического микроскопа. Оптическая профилометрия. Металлографические исследования. Определение ориентации кристаллов. Аттестация зеренной структуры.</p>	<p>Исследование зеренной структуры поликристаллических образцов технического титана ВТ1-0 (8 часов)</p>
СЕМЕСТР 8	
МОДУЛЬ 3. МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТВЕРДЫХ ТЕЛ (лекции - 10 ч., лабораторные работы - 6 ч.)	
<p>Лекция 11. Виды деформации твердых тел. Упругая и пластическая деформация. Виды статического и динамического нагружения. Растяжение, сжатие, трех и четырех точечный изгиб, знакопеременный изгиб, ударная вязкость, ползучесть материалов. Разрывные машины. Определение ударной вязкости материалов. Порог хладноломкости. Источники ошибок при прочностных испытаниях.</p>	
<p>Лекция 12. Трение и износ. Измерение коэффициента трения. Методы оценки износостойкости материалов.</p>	
<p>Лекция 13. Кривая «напряжение-деформация». Упругие константы, пределы текучести и прочности, пластичность материалов. Хрупкое и вязкое разрушение твердых тел. Фрактография.</p>	<p>Определение механических характеристик при испытаниях на одноосное статическое растяжение (2 часа)</p>
<p>Лекция 14. Анализ твердости материалов. Методы измерения твердости. Твердость по Бринеллю, Роквеллу и Виккерсу. Измерение микротвердости. Физические основы микротвердости. Структурные и кинетические особенности формирования формоизменения материалов при вдавливании. Установка для микромеханических исследований по методу вдавливания. Вычисления твердости по результатам испытания на микротвердость.</p>	<p>Измерение микротвердости образцов технического титана ВТ1-0 (4 часа)</p>
<p>Лекция 15. Наноиндентирование. Принцип работы прибора. Влияние твердости подложки на механические характеристики тонких</p>	

Тема и содержание лекций	Название лабораторных работ
пленок, определяемых методом наноиндентирования. Определение параметров индентирования методом Оливера – Фарра. Метод определения истинной твердости.	
МОДУЛЬ 4. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ (лекции - 6 ч., лабораторные работы - 4 ч.)	
Лекция 16. Определение температуры фазовых переходов вещества, находящегося в конденсированном состоянии. Термогравиметрический анализ и дифференциальная сканирующая калориметрия. Коэффициент объемного и линейного термического расширения. Опτικο-механические, ёмкостные, индукционные, интерференционные, рентгеновские и радиорезонансные дилатометры. Методы определения характеристик пористой структуры материалов. Ртутная порометрия. Эталонная порометрия. Приборы для измерения микропор, нанопор. Методы и приборы для измерения плотности.	
Лекция 17. Электрические свойства металлов, полупроводников и диэлектриков. Методы измерения электросопротивления. Магнитные характеристики материалов и методы их исследования. Устройство и принцип работы вибромагнитометра. Шумы Баркгаузена.	Измерение электрических и магнитных свойств металлов (4 часа)
Лекция 18. Остаточные напряжения в тонких пленках. Причина возникновения внутренних напряжений. Оптические методы измерения напряжений. Формула Стоуни. Определение толщины тонких пленок. Измерение адгезии пленок и покрытий методом скретч-тестирования	
МОДУЛЬ 5. ФИЗИКА ЖИДКОСТЕЙ (лекции - 2 ч.)	
Лекция 19. Строение и свойства жидкостей. Плотность, динамическая, кинетическая вязкость, текучесть, поверхностное натяжение. Определение коэффициента внутреннего трения жидкости. Смачивание. Дзета-потенциал.	

Таблица 2

Структура дисциплины по разделам и формам организации обучения

Название раздела	Аудиторная работа (час)		СРС (час)	Итого
	Лекции	ЛР		
МОДУЛЬ 1. Структурные методы аттестации твердых тел	14	12	48	74
МОДУЛЬ 2. Методы исследования поверхности твердых тел	6	16	30	52
МОДУЛЬ 3. Механические характеристики твердых тел	10	6	36	52
МОДУЛЬ 4. Физические свойства конденсированного состояния	6	4	14	24
МОДУЛЬ 5. Физика жидкостей	2	0	12	14
Итого	38	38	136	216

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лекционный материал данного курса представлен в виде презентаций, подготовленных с использованием программы Microsoft PowerPoint. Презентации лекций содержат цветные иллюстрации для лучшего усвоения теоретического материала.

Специфика сочетания методов и форм организации обучения отражается в таблице 3. Перечень методов обучения и форм организации обучения может быть расширен.

Таблица 3

Методы и формы организации обучения (ФОО)

ФОО	Лекции	Лабораторные работы	СРС
Методы			
IT-методы	+	+	+
Работа в команде		+	
Case-study			+
Методы проблемного обучения	+		+
Обучение на основе опыта		+	
Опережающая самостоятельная работа			+
Поисковый метод			+
Проектный метод		+	+

6. ОРГАНИЗАЦИЯ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

6.1. Виды и формы самостоятельной работы

При изучении дисциплины предусмотрено несколько типов внеаудиторной (самостоятельной) работы:

текущая самостоятельная работа:

- подготовка к лекции включает работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса, (опережающая самостоятельная работа);
- подготовка к лабораторным работам включает оформление отчета, проработку лекционного материала, и изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовка к экзамену включает работу с лекционным материалом, отчетами по экспериментальным лабораторным работам и материалов, выносимым на самостоятельное изучение;

творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа:

- подготовка конспект с использованием ресурсов научно-технической библиотеки ТПУ по отдельным темам, которые не рассматриваются на лекции и включает анализ научных и учебных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- подготовка устного сообщения выполняется по каждому модулю по материалу, выносимому на самостоятельное обучение;
- выполнение курсовой работы по заранее определенной преподавателем теме.

Темы для курсовых работ:

1. Исследование влияния ультразвуковой обработки на микротвердость и прочность образцов ВТ1-0.
2. Исследование влияния ультразвуковой обработки на микроструктуру поверхностных слоев образцов ВТ1-0.
3. Исследование влияния ультразвуковой обработки на закономерности эволюции деформационного рельефа образцов ВТ1-0. при одноосном растяжении.
4. Исследование влияния электронно-пучковой обработки на микротвердость и прочность образцов ВТ1-0.
5. Анализ микроструктуры поверхностных слоев образцов ВТ1-0, подвергнутых облучению низкоэнергетическими сильноточными электронными пучками.

6.2. Контроль самостоятельной работы

Контроль результатов самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия, и может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Виды контроля СРС

Тип контроля	Способ осуществления и тип самостоятельной работы
Самостоятельные работы	Проводятся в виде тестов или теоретических вопросов на лекциях и/или практических занятиях. Позволяют контролировать качество проработки лекционного материала, уровень усвоения тем, выносимых на самостоятельное изучение, контролировать уровень опережающей самостоятельной работы.
Защита лабораторных работ	Проводятся после каждой лабораторной работы. Позволяют контролировать качество проработки лекционного материала; уровень усвоения тем, выносимых на самостоятельное изучение, оценить уровень усвоения технологических процессов получения полупроводниковых и металлических материалов; проверить навыки оформления и представления информации в лабораторных отчетах.
Защита курсовой работы	Проводится на лабораторных и лекционных занятиях во время конференц-недель. Включает подготовку компьютерной презентации и краткого реферата.

7. СРЕДСТВА ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В качестве контролирующих мероприятий для текущей оценки качества освоения дисциплины планируется использовать тестирование, защиту лабораторных и курсовой работ (Таблица 5). Оценка итоговой аттестации происходит по результатам сдачи экзамена. Примеры оценочных средств представлены в таблице 6.

Виды контролирующих мероприятий

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
Тестирование	РД1, РД3
Защита лабораторных работ	РД4, РД5
Защита курсовой работы	РД2, РД3, РД4
Экзамен	РД2, РД3, РД4

Фонд оценочных средств

Контролирующее мероприятие	Примеры оценочных средств
Тестирование	<p>1. Какова максимальная глубина проникновения рентгеновских лучей в металл?</p> <ul style="list-style-type: none"> - не более 10 нм - не более 20 мкм - не более 1 мм <p>2. Какой из приборов позволяет получить изображение поверхности с максимальным разрешением?</p> <ul style="list-style-type: none"> - сканирующий электронный микроскоп - сканирующий туннельный микроскоп - атомно-силовой микроскоп <p>3. Каким образом можно оценить интенсивность изнашивания?</p> <ul style="list-style-type: none"> - путем измерения среднеквадратичной шероховатости - путем взвешивания - путем измерения электрического сопротивления
Защита лабораторных работ	<p>1. Как определить модуль упругости материала из кривой «напряжение - деформация»?</p> <p>2. Каким должно быть расстояние между зондом атомно-силового микроскопа и поверхностью исследуемого образца?</p> <p>3. Почему границы зерен вытравливаются быстрее, чем тело зерна?</p>
Защита курсовой работы	<p>1. Перечислите основные технологии поверхностного упрочнения металлов?</p> <p>2. Что такое базисное, призматическое и пирамидальное скольжение в титане.</p> <p>3. Какие эксплуатационные характеристики металлов и сплавов можно повысить с помощью ультразвуковой ударной обработки.</p> <p>4. Каким образом толщина упрочненного слоя зависит от плотности энергии электронного пучка?</p> <p>5. Какова скорость нагрева и охлаждения поверхностного слоя образцов ВТ1-0 в процессе электронно-пучковой обработки?</p>

Контролирующее мероприятие	Примеры оценочных средств
Экзамен	<p>Билет 1.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Принцип работы сканирующего туннельного микроскопа. 2. Особенности определения механических характеристик тонких пленок на подложках методом наноиндентирования. 3. Анализ фазового состава твердых тел методом просвечивающей электронной микроскопии. <p>Билет 2.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Рентгено-структурный анализ. Условие Вульфа-Брэгга. Расчет областей когерентного рассеяния, микро- и макронапряжений. 2. Определение параметров индентирования методом Оливера – Фарра. 3. Преимущества и недостатки сканирующей зондовой микроскопии по отношению к другим методам диагностики поверхности. Измерения в режимах постоянного тока и постоянной высоты. <p>Билет 3.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Принцип получения картин дифракции обратно рассеянных электронов. Возможности EBSD анализа. 2. Методы измерения толщины тонких пленок. 3. Испытания материалов на ударную прочность

8. РЕЙТИНГ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 77/од от 29.11.2011 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (к моменту завершения семестра студент должен набрать максимально 60 баллов, но не менее 33 баллов);
- промежуточная аттестация производится в конце семестра в виде экзамена (на экзамене студент должен набрать максимально 40 баллов, но не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

В соответствии с «Календарным планом выполнения курсовой работы»:

- текущая аттестация (оценка качества выполнения разделов и др.) производится в течение семестра (к моменту завершения семестра студент должен набрать максимально 40 баллов, но не менее 22 баллов)
- промежуточная аттестация (защита курсовой работы) производится в конце семестра (студент должен набрать максимально 60 баллов, но не менее 33 баллов).

Итоговый рейтинг выполнения курсовой работы определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. В.Н. Варюхин, Е.Г. Пашинская, А.В. Завдоев, В.В. Бурховецкий. Возможности метода дифракции обратнорассеянных электронов для анализа структуры деформированных материалов. Киев: Наукова думка, 2014.- 104 с.
2. Просвечивающая электронная микроскопия и дифрактометрия материалов : пер. с англ. / Б. Фульц, Дж. Хау. — Москва: Техносфера, 2011.- 904 с.
3. Методы исследования твердости поверхности материалов : учебное пособие / Н. Н. Никитенков [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 2-е изд. — Томск: Изд-во ТПУ, 2014. — 132 с.: ил. — Библиогр.: с. 75.
4. Д. Брандон, У. Каплан. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля. М.: Техносфера, 2004.- 377 с.

Дополнительная литература:

1. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применение: пер. с англ. / под ред. Уэйли Жу, Жонг Лин Уанга. — Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 582 с.
2. Трехмерная электронная микроскопия в реальном времени: учебное

- пособие: пер. с англ. / А. Зевайль, Дж. Томас. - Долгопрудный: Интеллект, 2013. - 328 с.
3. Головин Ю.И. Наноиндентирование и его возможности. М.: Машиностроение, 2009, 312 с.
 4. Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твердого тела / Под ред. В.Д. Бормана: Учебное пособие. – М.: МИФИ, 2008. – 260 с.
 5. Ультразвуковой контроль: учебное пособие для вузов/ Н.П. Алешин [и др.]; Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД); под ред. В.В. Ключева. — Москва: Спектр, 2011. — 224 с.
 6. Металловедение: учебник для вузов / А.П. Гуляев, А.А. Гуляев. — 7-е изд., перераб. и доп. — Москва: Альянс, 2011. — 644 с.
 7. Кузнецов М.В. Современные методы исследования поверхности твердых тел: Фотоэлектронная спектроскопия и дифракция, СТМ-микроскопия // Екатеринбург: Ин-т химии твердого тела УрО РАН, 2010. – 43 с.
 8. Триботехника: учебное пособие / Д.Н. Гаркунов, Э.Л. Мельников, В.С. Гаврилюк. — 2-е изд., стер. — Москва: КноРус, 2013. — 408 с.
 9. Физические свойства металлов и сплавов: учебник / Б.Г. Лившиц, В.С. Крапошин, Я.Л. Линецкий; под ред. Б. Г. Лившица. — 2-е изд., доп. и перераб. — Москва: Металлургия, 1980. — 314 с.
 10. Структурный анализ жидкостей и аморфных тел: учебное пособие / А.Ф. Скрышевский. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Высшая школа, 1980. — 328 с.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Помещение для проведения лекционных и практических занятий укомплектованы специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном, считывающим устройством для передачи информации в компьютер, мультимедийным проектором.

Проведение практических занятий осуществляется в компьютерном классе, оснащенных компьютерным оборудованием с соответствующим лицензионным программным обеспечением и доступом к сети Интернет.

Для выполнения лабораторных работ на кафедре общей физики ФТИ имеется следующее оборудование:

Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование оборудования	Корпус, ауд., количество установок
1.	Компьютерный класс	Корпус №3, аудитория 103, 11 шт.
2.	Шлифовальная машина «Шлиф-3М»	Корпус №3, аудитория 3-Н2
3.	Оптический микроскоп	Корпус №3, аудитория 303
4.	Спектрометр тлеющего разряда GD-PROFILER 2	Корпус №3, аудитория 3-Н2
5.	Испытательная машина	Корпус №3, аудитория 03
6.	Микротвердомер KB3S	Корпус №3, аудитория 03
7.	Микротвердомер HV-1000	Корпус №3, аудитория 03
8.	Комплекс Centaur U HR	Корпус №3, аудитория 01
9.	Рентгеновский дифрактометр Shimadzu XRD-7000S	Корпус №3, аудитория 03
10.	Установка неразрушающего ультразвукового контроля	Корпус №3, аудитория 01
11.	Оборудование для хим. травления, вытяжной шкаф	Корпус №3, аудитория 02
12.	Стенд для измерения электросопротивления 4-х контактным методом	Корпус №3, аудитория 01
13.	Лабораторная установка: «Измерение и исследование магнитных полей с помощью измерительной катушки». Лабораторная установка: «Изучение явления гистерезиса ферромагнетиков».	Корпус №3, аудитория 103

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению и профилю подготовки 03.03.02 Физика

Программа одобрена на заседании кафедры общей физики физико-технического института ТПУ (протокол № ____ от «__» _____ 2015 г.).

Автор: _____ д.ф.-м.н., доцент Панин А.В.

Рецензенты: _____
