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.
«01» 09 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Металлы и полупроводники: технологии и процессы

Направление подготовки/ специальность	**03.03.02 Физика**		
Образовательная программа (направленность (профиль))	**Физика конденсированного состояния**		
Специализация			
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	**3**	семестр	**6**
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	**6**		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		**32**
	Практические занятия		**32**
	Лабораторные занятия		**32**
	ВСЕГО		**96**
Самостоятельная работа, ч			**120**
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			**курсовой проект**
ИТОГО, ч			**216**

Вид промежуточной аттестации	**Экзамен Диф.зачет**	Обеспечивающее подразделение	**ОЭФ**

Заведующий кафедрой - руководитель отделения на правах кафедры		Лидер А.М.
Руководитель ООП		Склярова Е.А.
Преподаватель		Панин А.В.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

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

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ПК(У)-1	способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	ПК(У)-1.В3	Владеет опытом поверхностного упрочнения металлов и сплавов
		ПК(У)-1.У3	Умеет самостоятельно делать выбор метода получения конструкционных материалов с заданными микроструктурой, фазовым составом и физико-механическими свойствами в соответствии с поставленными целями и задачами
		ПК(У)-1.З3	Знает физические принципы, лежащие в основе упрочнения конструкционных материалов
ПК(У)-4	способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	ПК(У)-4.В5	Владеет опытом работы на установках для магнетронного и вакуумно-дугового напыления пленок
		ПК(У)-4.У5	Умеет выбирать правильный режим формирования нанокристаллической структуры в поверхностных слоях и объеме металлов и сплавов, а также нанесения тонких пленок и наноструктурных покрытий
		ПК(У)-4.З5	Знает основные технологии повышения эксплуатационных характеристик конструкционных материалов

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Владеть опытом поверхностного упрочнения металлов и сплавов	ПК(У)-1
РД-2	Уметь самостоятельно делать выбор метода получения конструкционных материалов с заданными микроструктурой, фазовым составом и физико-механическими свойствами в соответствии с поставленными целями и задачами	ПК(У)-1
РД -3	Знать физические принципы, лежащие в основе упрочнения конструкционных материалов	ПК(У)-1
РД-4	Владеть опытом работы на установках для магнетронного и вакуумно-дугового напыления пленок	ПК(У)-4
РД-5	Уметь выбирать правильный режим формирования нанокристаллической структуры в поверхностных слоях и объеме металлов и сплавов, а также нанесения тонких пленок и наноструктурных покрытий	ПК(У)-4
РД-6	Знать основные технологии повышения эксплуатационных характеристик конструкционных материалов	ПК(У)-4

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.
Раздел 1. Методы получения объемных моно- и поликристаллических материалов	РД-1 РД-2 РД-3 РД-4 РД-5 РД-6	Практические занятия	**10**
		Лабораторные занятия	**10**
		Лекции	**10**
		Самостоятельная работа	**40**
Раздел 2. Процессы и методы формирования наноструктурных состояний в конструкционных материалах	РД-1 РД-2 РД-3 РД-4 РД-5 РД-6	Практические занятия	**10**
		Лабораторные занятия	**10**
		Лекции	**10**
		Самостоятельная работа	**40**
Раздел 3. Тонкие пленки и покрытия	РД-4 РД-5 РД-6	Практические занятия	**12**
		Лабораторные занятия	**12**
		Лекции	**12**
		Самостоятельная работа	**40**

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Методы получения объемных моно- и поликристаллических материалов

Темы лекций:

Лекция 1. Металлы, полупроводники, диэлектрики. Электронное строение. Зонная диаграмма. Физические, химические, механические и технологические свойства. Основные области применения.

Лекция 2. Методы выращивания кристаллов. Кристаллизация из газовой (паровой) фазы при градиенте давления. Кристаллизация из расплавов при температурном градиенте. Кристаллизация из растворов при градиенте концентрации на границе раздела кристалл-раствор.

Лекция 3. Литье стали. Диаграмма состояния сплавов железо-углерод. Фазы и структурные составляющие железоуглеродистых сталей.

Лекция 4. Термическая и химико-термическая обработка металлов.

Лекция 5. Легирование металлов и полупроводников. Основные способы легирования.

Темы практических занятий:

1. Металлы, полупроводники, диэлектрики. Структура, свойства, области применения.
2. Методы выращивания кристаллов
3. Получение стали. Типы сталей
4. Термическая и химико-термическая обработка металлов
5. Легирование металлов и полупроводников

Названия лабораторных работ:

1. Исследование микроструктуры мало-, средне- и высокоуглеродистых сталей (4 часа)
2. Исследование процесса кристаллизации из расплавов при температурном градиенте (6 часов)

Раздел 2. Процессы и методы формирования наноструктурных состояний в конструкционных материалах

Темы лекций:

Лекция 6. Методы интенсивной пластической деформации. Равноканальное угловое прессование. Кручение под высоким давлением. Всесторонняя ковка.

Лекция 7. Наноструктурирование поверхностных слоев металлов и полупроводников. Методы и оборудование для высокоэнергетического воздействия.

Лекция 8. Ультразвуковая ударная обработка. Закономерности изменения морфологии поверхности и микроструктуры поверхностных слоев конструкционных материалов.

Лекция 9. Механические свойства наноструктурных материалов. Механизмы деформации и разрушения.

Лекция 10. Обработка поверхности электронными и ионными пучками. Закономерности изменения микроструктуры поверхностных слоев.

Темы практических занятий:

1. Получение объемных нанокристаллических материалов методами интенсивной пластической деформации
2. Методы поверхностного наноструктурирования
3. Ультразвуковая ударная обработка
4. Механизмы деформации и механические свойства наноструктурных материалов
5. Пучковые технологии поверхностного наноструктурирования

Названия лабораторных работ:

1. Микроструктура поверхностных слоев образцов ВТ1-0, подвергнутых ультразвуковой обработке (4 часа)
2. Изучение методов и оборудования для высокоэнергетического воздействия (6 часов)

Раздел 3. Тонкие пленки и покрытия

Темы лекций:

Лекция 11. Физические методы нанесения тонких пленок. Термическое испарение. Вакуумно-дуговое напыление. Магнетронное распыление. Электролитическое осаждение.

Лекция 12. Химические методы нанесения тонких пленок. Виды CVD –процессов. Преимущества и недостатки. Области применения

Лекция 13. Эпитаксиальный рост полупроводников. Эпитаксия из газовой фазы. Жидкофазная эпитаксия. Молекулярно-лучевая эпитаксия.

Лекция 14. Механизмы роста пленок и покрытий. Влияние параметров осаждения на структуру и функциональные свойства металлических, полупроводниковых и керамических материалов. Напряжения в тонких пленках.

Лекция 15. Деформация и разрушение тонких пленок при термическом нагружении. Влияние податливой подложки на характер упругой деформации пленок.

Лекция 16. Деформация и разрушение тонких пленок при механическом нагружении. Закономерности растрескивания и скалывания покрытий. Скрэтч-тест. Растяжение. Сжатие. Знакопеременный изгиб. Испытания на износ.

Темы практических занятий:

1. Физические методы нанесения тонких пленок
2. Химические методы нанесения тонких пленок
3. Эпитаксия
4. Механизмы роста тонкопленочных структур
5. Деградация тонких пленок при термическом нагружении
6. Деградация тонких пленок при механическом нагружении

Названия лабораторных работ:

1. Магнетронное распыление тонких пленок (6 часов)
2. Получение металлических изделий методом аддитивных технологий (6 часов)

5. Организация самостоятельной работы студентов

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

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

1. Металловедение: учеб. в 2 томах / И. И. Новиков, В. С. Золоторевский, В. К. Портной и др.; под общ. Ред. В.С. Золотаревского- 2-е изд. - Москва : МИСИС. - Том 1,2. - 2014. - 1020 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/69779 – Загл. с экрана.
2. Колмаков А.Г., Баринов С.М., Алымов М.И. Основы технологий и применений наноматериалов. – М.: Физматлит, 2012. – 208 с. – Режим доступа: https://https://e.lanbook.com/book/59644 – Загл. с экрана.
3. Основы нанотехнологии: учебник / Н. Т. Кузнецов, В. М. Новоторцев, В. А. Жабрев, В. И. Марголин. - 2-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2017. - 400 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94129. – Заглавие с экрана.
4. Ищенко А.А., Фетисов Г.В., Асланов Л.А. Нанокремний: свойства, получение применение, методы исследования и контроля. – М.: Физматлит, 2011. – 648 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5271. – Загл. с экрана.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb

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

1. 7-Zip;
2. Adobe Acrobat Reader DC;
3. Adobe Flash Player;
4. AkelPad;
5. Cisco Webex Meetings;
6. Far Manager;
7. Google Chrome;
8. Microsoft Office 2016 Standard Russian Academic;
9. Mozilla Firefox ESR;
10. Notepad++;
11. OEF OpenBoard;

12. ownCloud Desktop Client;
13. Tracker Software PDF-XChange Viewer;
14. WinDjView;
15. Zoom Zoom

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и 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, 43,122	Комплект учебной мебели на 25 посадочных мест. Проектор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.
2.	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.
3.	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.
4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Советская улица, д. 73, стр. 1, 141	Аналоговый микшерный пульт BEHRINGER XENYX Q802USB - 1 шт.;Микрофон ITC Escort T-621A - 1 шт.;Экран Projecta 213*280 см - 1 шт.;Активная акустическая система RCF K70 5 Bt - 4 шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт.;Комплект учебной мебели на 96 посадочных мест; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 03.03.02 Физика, профиль подготовки «Физика конденсированного состояния» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Профессор, д.ф.-м.н.		А.В. Панин

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения экспериментальной физики (протокол от «31» августа 2020 г. №3).

Заведующий кафедрой
- руководитель отделения на правах кафедры,
д.т.н., профессор _____/А.М. Лидер/

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЭФ (протокол)