

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТШ ТПУ

Долматов О.Ю.

«01» 09 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2020 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ – очная**

**Плазменные покрытия**

Направление подготовки/специальность	<b>14.03.02 Ядерные физика и технологии</b>		
Образовательная программа (направленность (профиль))	<b>Ядерные физика и технологии</b>		
Специализация	Пучковые и плазменные технологии		
Уровень образования	высшее образование – бакалавриат		
Курс	<b>4</b>	семестр	<b>8</b>
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	<b>3</b>		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		<b>22</b>
	Практические занятия		<b>22</b>
	Лабораторные занятия		<b>-</b>
	ВСЕГО		<b>44</b>
	Самостоятельная работа, ч		<b>64</b>
	ИТОГО, ч		<b>108</b>

Вид промежуточной аттестации	<b>экзамен</b>	Обеспечивающее подразделение	<b>НОЦ Б.П. Вейнберга</b>
Заведующий кафедрой – руководитель научно-образовательного центра на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель	<i>В. Кривобок</i>		Кривобок В.П.
	<i>П.Н. Бычков</i>		Бычков П.Н.
	<i>Г.А. Блейхер</i>		Блейхер Г.А.

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-1	Готовность принимать участие в теоретических исследованиях в различных областях физики, связанных с современными высокотехнологическими способами энергетического воздействия на материалы, основанными на использовании радиационных и плазменных потоков, разрабатывать адекватные физические и математические модели изучаемых процессов.	И.ПК(У)-1.3	Демонстрирует понимание механизмов явлений, происходящих на поверхности твёрдого тела, структуры поверхностных слоёв, основных закономерностей роста тонких плёнок и покрытий	ПК(У)-1.3В1	<i>Владеет</i> навыками выполнения анализа поверхностных свойств материалов и тонкоплёночных структур
				ПК(У)-1.3У1	<i>Умеет</i> анализировать и интерпретировать результаты исследования свойств материалов и различных структур, полученные с помощью современных методов
				ПК(У)-1.3З1	<i>Знает</i> фундаментальные понятия, законы и закономерности, касающиеся свойств поверхности твёрдого тела, механизмов роста тонких плёнок и покрытий
ПК(У)-2	Способность участвовать в экспериментальных исследованиях в различных областях физики, связанных с воздействием плазмы и пучков заряженных частиц на вещество, самостоятельно осваивать современную физическую аналитическую и технологическую аппаратуру, применять современные методы исследования свойств материалов и различных структур, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов, оборудования и изделий.	И.ПК(У)-2.3	Демонстрирует готовность проводить научные исследования в области модифицирования поверхностных свойств материалов различного назначения	ПК(У)-2.3В1	<i>Владеет</i> современными методами плазменно-пучковой модификации поверхности материалов, в том числе медицинского назначения, а также методами анализа свойств материалов и поверхностных структур
				ПК(У)-2.3У1	<i>Умеет</i> объяснять и применять на практике физические принципы, положенные в основу плазменных и пучковых технологий
				ПК(У)-2.3З1	<i>Знает</i> основные принципы модифицирования свойств различных материалов и изделий с помощью плазменно-пучкового воздействия на них

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-5	Готовность к участию в производственно-технологической деятельности, связанной с применением плазменных и пучковых технологий для обработки материалов и синтеза новых материалов (в том числе нанесению функциональных покрытий), определению основных параметров технологических процессов, анализу физических и механических свойств изделий и материалов.	И.ПК(У)-5.1	Демонстрирует способность принимать участие в производственно-технологической деятельности, направленной на создание модифицирующих покрытий и технологий их осаждения вакуумными плазменно-пучковыми методами	ПК(У)-5.131	<i>Знает</i> основы модификации поверхности с использованием вакуумных плазменно-пучковых методов и принципы работы оборудования

## 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		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД1	Знать механизмы и закономерности роста тонких плёнок и покрытий.	И.ПК(У)-1.3
РД2	Осуществлять планирование исследований, связанных с осаждением покрытий на поверхность материалов и изделий вакуумно-плазменными методами.	И.ПК(У)-2.3
РД3	Разрабатывать схемы технологических процессов нанесения плазменных покрытий.	И.ПК(У)-1.3 И.ПК(У)-5.1

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.
<b>Раздел 1.</b> <i>Поверхность и тонкие плёнки.</i> <i>Механизмы роста и конденсация</i>	РД1	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	16
<b>Раздел 2.</b> <i>Структурные и функциональные свойства</i>	РД1, РД2	Лекции	10
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	-

<i>покрытий</i>		Самостоятельная работа	20
<b>Раздел 3.</b> <i>Технологии формирования плазменных покрытий в вакууме</i>	РД2, РД3	Лекции	6
		Практические занятия	12
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	28

Содержание разделов дисциплины:

### **Раздел 1. Поверхность и тонкие плёнки. Механизмы роста и конденсация.**

**Темы лекций:**

1. Понятие твёрдого тела. Поверхность, покрытия, тонкие плёнки.
2. Адсорбционные процессы на поверхности твёрдого тела.
3. Зародышеобразование. Механизмы роста тонких плёнок и покрытий.

**Темы практических занятий:**

1. Типы плазменных покрытий и их классификация.
2. Эпитаксиальный рост тонкоплёночных материалов
3. Зонная модель роста тонкоплёночных материалов.

### **Раздел 2. Структурные и функциональные свойства покрытий.**

**Темы лекций:**

1. Структурные свойства тонких плёнок и покрытий.
2. Функциональные свойства тонких плёнок и покрытий.

**Темы практических занятий:**

1. Микроструктура и морфологии тонких плёнок и покрытий.
2. Физико-механические свойства тонких плёнок и покрытий.

### **Раздел 3. Технологии формирования плазменных покрытий в вакууме.**

**Темы лекций:**

1. Ионно-плазменные методы нанесения тонких пленок и покрытий.
2. Газофазные методы осаждения покрытий с ассистированием.

**Темы практических занятий:**

1. Дуговое осаждение титановых покрытий.
2. Нанесение металлических плёнок в плазме магнетронного диода.
3. Реактивное магнетронное осаждение покрытий с ионным ассистированием.

**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, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к практическим и семинарским занятиям;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;

- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

1. Фомин, Д. В. Экспериментальные методы физики твердого тела: учебное пособие / Д.В. Фомин. – Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2014. – 186 с. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259074> - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Шпольский, Эдуард Владимирович. Атомная физика: учебник: в 2 т. / Э. В. Шпольский. — Санкт-Петербург: Лань, 2011. — ISBN 978-5-8114-1004-0. URL: <https://e.lanbook.com/book/442> - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Владимиров, Г. Г. Физика поверхности твердых тел: учебное пособие / Г. Г. Владимиров. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-1997-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/71707> Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Никитенков, Н. Н. Технология конструкционных материалов. Анализ поверхности методами атомной физики: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / Н. Н. Никитенков. — Москва: Издательство Юрайт, 2018. — 202 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-9916-6528-5. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/414062> Режим доступа: для авториз. пользователей.

### Дополнительная литература.

1. Milton Ohring. Materials Science of Thin Films / Ohring Milton. – San Diego: Academic Press, 2002. – 794 p. – Текст: электронный // ScienceDirect. – URL: <https://www.sciencedirect.com/book/9780125249751/materials-science-of-thin-films> – Режим доступа: для авториз. пользователей

### 6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. <http://www.lib.tpu.ru/> - Научно-техническая библиотека ТПУ
2. <http://www.sciencedirect.com/>
3. <http://www.springerlink.com/>
4. Сборник программного обеспечения для студентов НИ ТПУ, режим доступа <https://vap.tpu.ru>

Информационно-справочные системы и профессиональные базы данных:

1. Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>
2. справочно-правовая система КонсультантПлюс – <http://www.consultant.ru/>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru>
4. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>
5. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
6. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>
7. Электронная библиотека Grebennikon - <http://www.lib.tsu.ru/ru/news/elektronnaya-biblioteka-grebennikon-0>

Свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Document Foundation LibreOffice.

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

1. Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian Academic;
2. Mozilla Firefox ESR, Google Chrome.

#### 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины.

В учебном процессе используется следующее оборудование для лекционных и практических занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, стр. 4 2456	Компьютер - 1 шт.; проектор - 1 шт.; экран – 1 шт.; доска аудиторная настенная - 1 шт.; комплект учебной мебели на 18 посадочных мест

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 14.03.02 Ядерные физика и технологии, специализация «Пучковые и плазменные технологии» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
профессор	Г.А. Блейхер

Программа одобрена на заседании НОЦ Б.П. Вейнберга ИЯТШ (протокол от 01.09.2020 г. № 43).

Заведующий кафедрой –  
руководитель Научно-образовательного центра Б.П. Вейнберга  
на правах кафедры, д.ф.-м.н,  
профессор

Кривобоков В.П./

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ Б.П. Вейнберга (протокол)