

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

УТВЕРЖДАЮ

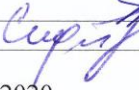
Директор ИЯТШ ТПУ

Долматов О.Ю.

«01» 09 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ – очная

Лабораторный практикум			
Направление подготовки/ специальность Образовательная программа (направленность (профиль)) Специализация Уровень образования	14.03.02 Ядерные физика и технологии		
	Ядерные физика и технологии		
	Пучковые и плазменные технологии		
	высшее образование – бакалавриат		
Курс	4	семестр	7
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	5		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		-
	Практические занятия		-
	Лабораторные занятия		72
	ВСЕГО		72
Самостоятельная работа, ч		108	
ИТОГО, ч		180	

Вид промежуточной аттестации	экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЯТЦ
Заведующий кафедрой – руководитель		Горюнов А.Г.	
отделения на правах кафедры		Бычков П.Н.	
Руководитель ООП		Сиделёв Д.В.	
Преподаватель			

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)-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)-2.1	Демонстрирует способность проводить экспериментальные исследования на плазменном оборудовании и самостоятельно осваивать современную физическую аппаратуру	ПК(У)-2.1B1	Владеть навыками работы с ионно-плазменными установками, измерительными приборами, лабораторным исследовательским оборудованием
				ПК(У)-2.1У1	Умеет производить настройку ионно-плазменного оборудования, калибровку различных приборов для диагностики параметров плазмы и газового разряда
				ПК(У)-2.131	Знает функциональные и структурные схемы элементов и узлов электрофизических установок, реализующих современные пучковые и плазменные технологии
		И.ПК(У)-2.2	Демонстрирует понимание механизмов получения вакуума и принципов работы вакуумного оборудования	ПК(У)-2.2B2	Владеет практическими навыками эксплуатации современного вакуумного оборудования
ПК(У)-3	Способность осуществлять самостоятельный поиск, изучение и использование научно-	И.ПК(У)-3.1	Демонстрирует способность осуществлять самостоятельный поиск, изучение и использование научно-технической информации	ПК(У)-3.1B1	Владеет современными методами поиска научных статей и другой научно-технической информации,

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	технической информации по тематике исследования, применять современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области		по тематике исследования, применять современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области		навыками работы с оригинальной научной литературой, систематизацией и анализом получаемых знаний
				ПК(У)-3.1У1	Умеет применять современные компьютерные технологии и информационные ресурсы для изучения и использования научно-технической информации в своей предметной области
				ПК(У)-3.131	Знает методики подготовки научных докладов, приемы публичных выступлений и ведения дискуссий
ПК(У)-4	Способность проектировать плазменно-пучковые технологические процессы и оборудование для применения в научных исследованиях и промышленности	И.ПК(У)-4.1	Демонстрирует готовность участвовать в проектной деятельности, направленной на разработку плазменно-пучковых технологических процессов и оборудования для применения в различных областях науки и промышленности	ПК(У)-4.132	Знает методы ионно-плазменной модификации поверхности материалов и диагностики поверхностных свойств материалов
ПК(У)-5	Готовность к участию в производственно-технологической деятельности, связанной с применением плазменных и пучковых технологий для обработки материалов и синтеза	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)-5.1У1	Умеет самостоятельно контролировать работу ионно-плазменного оборудования

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	новых материалов (в том числе нанесению функциональных покрытий), определению основных параметров технологических процессов, анализу физических и механических свойств изделий и материалов				
ПК(У)-6	Способность применять современные цифровые технологии и пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров, обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов	И.ПК(У)-6.1	Демонстрирует готовность применять современные цифровые технологии и пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров обработки поверхности материалов и изделий с использованием источников газоразрядной плазмы и пучков заряженных частиц	ПК(У)-6.1У1	Уметь использовать различные закономерности и формулы, а также современные пакеты прикладных программ для решения практических задач в области плазменных и пучковых технологий обработки материалов
				ПК(У)-6.131	Знать возможности методов математического моделирования при обработке поверхностей материалов и изделий пучками заряженных частиц и потоками плазмы

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой 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 основные принципы и порядок работы вакуумных установок, газоразрядных источников плазмы	И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-2.2
РД2	Осуществлять поиск и анализ научно-технической информации в информационных ресурсах, подготовку научных докладов	И.ПК(У)-3.1
РД3	Реализовывать технологические процессы модификации поверхности материалов и изделий с использованием современного вакуумного плазменного оборудования	И.ПК(У)-4.1 И.ПК(У)-5.1
РД4	Знать основные методы математического моделирования процессов плазменной обработки поверхности	И.ПК(У)-6.1

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.
Раздел (модуль) 1. Модификация поверхности материалов в вакууме	РД1	Лекции	10
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	16
Раздел (модуль) 2. Предварительная обработка материалов и изделий в вакууме	РД3	Лекции	6
		Лабораторные занятия	16
		Самостоятельная работа	33
Раздел (модуль) 3. Магнетронные распылительные системы	РД2, РД3, РД4	Лекции	8
		Лабораторные занятия	28
		Самостоятельная работа	59

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Модификация поверхности материалов в вакууме

Темы лекций:

1. Оборудование и технологии модификации поверхности материалов в вакууме.
2. Диодные газоразрядные системы для модификации поверхности.

Названия лабораторных работ:

1. Изучение принципов работы вакуумного оборудования.

Раздел 2. Предварительная обработка материалов и изделий в вакууме

Темы лекций:

1. Предварительная обработка материалов и изделий в вакууме.
2. Источники ионов для обработки поверхности материалов и изделий.

Названия лабораторных работ:

1. Нагрев изделий в вакууме.
2. Исследование характеристик ионного источника с холловским дрейфом электронов.

Раздел 3. Магнетронные распылительные системы

Темы лекций:

1. Магнетронные распылительные системы для нанесения металлических покрытий.
2. Реактивные магнетронные распылительные системы.

Названия лабораторных работ:

1. Изучение параметров работы магнетронного диода в инертной среде.
2. Исследование спектральных характеристик плазмы магнетрона.
3. Изучение параметров работы магнетронного диода в реактивной среде.

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;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Подготовка к лабораторным работам;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Духопельников Д.В. Магнетронные распылительные системы: учеб. Пособие: в 2 ч. – Ч. 1: Устройство, принципы работы, применение / Д.В. Духопельников. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 53 с. URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/52087/#2>. Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Кривобоков, В. П. Плазменные покрытия (методы и оборудование): учебное пособие / В. П. Кривобоков, Н. С. Сочугов, А. А. Соловьев. — Томск : ТПУ, 2011. — 104 с. — ISBN 5-98298-191-5. — URL: <https://e.lanbook.com/book/10269>. Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Берлин Е.В., Сейдман Л.А. Получение тонких пленок реактивным магнетронным распылением. М.: Техносфера, 2014. – 256 с. URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/73531/#2>. Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Берлин, Е. В. Плазменная химико-термическая обработка поверхности стальных деталей: справочник / Е. В. Берлин, Н. Н. Коваль, Л. А. Сейдман. — Москва: Техносфера, 2012. — 464 с. — ISBN 978-5-94836-328-8. — URL: <https://e.lanbook.com/book/73509>. Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Технологические комплексы интегрированных процессов производства изделий электроники / А. П. Достанко, С. М. Аваков, О. А. Агеев, М. П. Батура. — Минск: Белорусская наука, 2016. — 251 с. — ISBN 978-985-08-1993-2. — URL: <https://e.lanbook.com/book/90482>. Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Попов, А. Н. Вакуумная техника: учебное пособие / А. Н. Попов. — Минск : Новое знание, 2012. — 167 с. — ISBN 978-985-475-500-7. — URL: <https://e.lanbook.com/book/3729>. Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Пушкарев, А. И. Пучково-плазменные технологии обработки материалов. Лабораторный практикум: учебное пособие / А. И. Пушкарев, Ю. И. Исакова. — Томск : ТПУ, 2014. — 195 с. — ISBN 978-5-4387-0499-7. — URL: <https://e.lanbook.com/book/62923>. Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Шестак, В. П. Вакуумная техника. Концепция разреженного газа: учебное пособие / В. П. Шестак. — Москва: НИЯУ МИФИ, 2012. — 272 с. — ISBN 978-5-7262-1585-3. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75958>. Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Чеботарев, С. Н. Полупроводниковые наногетероструктуры с промежуточной энергетической подзоной / С. Н. Чеботарев, В. В. Калинин, Л. С. Лукин. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2016. — 192 с. — ISBN 978-5-9221-1694-7. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104994>. 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>
 8. База данных Scopus (<http://www.scopus.com/>).

Свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Document Foundation LibreOffice.

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

1. Microsoft Office 2016 Standard Russian Academic.
Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian Academic.

7. Требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования,	Комплект учебной мебели на 8 посадочных мест; компьютеры - 4 шт.; комплект вакуумного оборудования КВО – 1 шт.; лабораторная установка по напылению нитридных и

	консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, стр. 4 144	окисных пленок – 1 шт.; ИК-термометр КМ - 1 шт.; Кварцевый измеритель толщины напылений Микрон-5В - 1 шт.; ИК-термометр Термикс - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, стр. 4 326	Компьютер - 1 шт.; проектор - 1 шт.; экран 1 шт.; доска аудиторная настенная - 1 шт.; комплект учебной мебели на 46 посадочных мест.

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

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Доцент	Сиделёв Д.В.

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)