

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 2019 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ – очная**

Междисциплинарный проект		
Направление подготовки/специальность	14.03.02 Ядерные физика и технологии	
Образовательная программа (направленность (профиль))	Ядерные физика и технологии	
Специализация	Пучковые и плазменные технологии	
Уровень образования	высшее образование – бакалавриат	
Курс	4 семестр 7, 8	
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	5 (3/2)	
Виды учебной деятельности	Временной ресурс	
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16
	Практические занятия	-
	Лабораторные занятия	54
	ВСЕГО	70
Самостоятельная работа, ч		110
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)		Курсовой проект (семестр 7), курсовой проект (семестр 8)
ИТОГО, ч		180

Вид промежуточной аттестации	Зачёт, диф. зачёт; зачёт, диф. зачёт	Обеспечивающее подразделение	НОЦ Б.П. Вейнберга

Заведующий кафедрой – руководитель научно-образовательного центра на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель	<i>В. Кривоногов</i>	Кривоногов В.П.
	<i>Сиделёв Д.В.</i>	Бычков П.Н. Сиделёв Д.В.

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
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	И.УК(У)-3.3	Анализирует возможные последствия личных действий и планирует свои действия для достижения заданного результата	УК(У)-3.3В1	Владеет навыками целеполагания, планирования и анализа личных действий для достижения заданного результата
				УК(У)-3.3У1	Умеет устанавливать связи между целями действий и их мотивами для достижения заданного результата
				УК(У)-3.3З1	Знает основы целеполагания, планирования и анализа личных действий для достижения заданного результата
				УК(У)-3.3У2	Умеет определять последовательность промежуточных целей с учётом конечного результата; составлять план и последовательность действий для достижения заданного результата
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)-2.1В1	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)-2.1З1	Знает функциональные и структурные схемы элементов и узлов электрофизических установок, реализующих современные пучковые и плазменные технологии

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-3	Способность осуществлять самостоятельный поиск, изучение и использование научно-технической информации по тематике исследования, применять современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области	И.ПК(У)-3.1	Демонстрирует способность осуществлять самостоятельный поиск, изучение и использование научно-технической информации по тематике исследования, применять современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области	ПК(У)-3.1B1	Владеет современными методами поиска научных статей и другой научно-технической информации, 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)-4.1B1	Владеет навыками расчётов и проектирования вакуумных систем и узлов ионно-плазменного оборудования
				ПК(У)-4.1У1	умеет рассчитывать параметры вакуумного оборудования с учетом специфики его эксплуатации при реализации конкретных технологических процессов, а также анализировать устройство узлов электрофизических установок, реализующих современные пучковые и плазменные технологии
				ПК(У)-4.131	знает устройство и принципы работы вакуумных систем и ионно-плазменных устройств
				ПК(У)-4.1B2	Владеет навыками проектирования и разработки плазменно-пучковых технологических процессов, которые используются в промышленности и научных исследованиях
ПК(У)-5	Готовность к участию в производственно-технологической деятельности, связанной с применением плазменных и пучковых технологий для обработки	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)-5.132	Знает функциональные и структурные схемы элементов и узлов электрофизических установок, реализующих современные пучковые и плазменные технологии

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	материалов и синтеза 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)-6.1В1	Владеть практическими навыками расчёта технологических параметров модификации поверхности с применением современных методик и
				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)-6.1У2	Умеет анализировать конструкторские решения разработанных и создаваемых энергетических установок

## 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	Выполнять работу в коллективе для достижения конкретного результата, в том числе выполнять роль лидера.	И.УК(У)-3.3
РД2	Знать принципиальные схемы ионно-плазменных источников и вакуумных плазменных установок, используемых для модификации поверхности материалов и изделий.	И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-5.1
РД3	Осуществлять поиск и анализ научно-технической информации в современных источниках литературы, подготавливать и презентовать информацию.	И.ПК(У)-3.1
РД4	Проектировать ионно-плазменные источники и разрабатывать технологии модификации поверхности твёрдого тела в вакууме с помощью пучков ионов или газоразрядной плазмы.	И.ПК(У)-4.1 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. Вакуумные ионно-плазменные установки и основы их создания	РД1, РД2, РД3	Лекции	6
		Практические занятия	12
		Самостоятельная работа	11
Раздел (модуль) 2. Проектирование ионно-плазменных источников	РД1, РД2, РД3, РД4	Лекции	10
		Практические занятия	42
		Самостоятельная работа	59
Курсовой проект (7 сем.)	РД2, РД3, РД4	Самостоятельная работа	20
Курсовой проект (8 сем.)	РД2, РД3, РД4	Самостоятельная работа	20

Содержание разделов дисциплины:

##### **Раздел 1. Вакуумные ионно-плазменные установки и основы их создания**

###### **Темы лекций:**

1. Вакуумные ионно-плазменные установки и основы их создания.
2. Проектирование вакуумных систем.

###### **Темы практических занятий:**

1. Проектирование вакуумной камеры.
2. Расчёт и выбор вакуумной системы.

##### **Раздел 2. Проектирование ионно-плазменных источников**

###### **Темы лекций:**

1. Проектирование ионно-плазменных источников.
2. Разработка технологий модификации поверхности материалов и изделий.

###### **Темы практических занятий:**

1. Проектирование ионно-плазменного источника.
2. Выбор материалов при конструировании ионно-плазменного источника.
3. Расчёт конфигурации магнитной системы плазменного источника.
4. Расчёт характеристик ионно-плазменного источника и его испытания.
5. Сборка ионно-плазменного источника.
6. Разработка технологии модификации поверхности изделий с помощью вакуумно-плазменных методов.

##### **Курсовой проект (7 сем.)**

Тематика проектов – «Проектирование вакуумной системы плазменных установок».

Примеры тем:

1. Расчёт и разработка проекта вакуумной системы установки для ионного травления.
2. Расчёт и разработка проекта вакуумной системы установки магнетронного осаждения.
3. Расчёт и разработка проекта вакуумной системы установки реактивного магнетронного осаждения.

## Курсовой проект (8 сем.)

Тематика проектов – «Проектирование установки для ионно-плазменной модификации поверхности изделий».

Примеры тем:

1. Разработка проекта установки для ионного травления.
2. Разработка проекта установки для магнетронного осаждения.
3. Разработка проекта установки для реактивного магнетронного осаждения.

## 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;
- Выполнение курсовых проектов;
- 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. Тремблей, Т. Autodesk® Inventor® 2013 и Inventor LT™ 2013. Основы. Официальный учебный курс / Т. Тремблей; перевод с английского Л. Талхина. — Москва: ДМК Пресс, 2013. — 344 с. — ISBN 978-5-94074-846-5. — Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/50574>.
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. — Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/10269>.
3. Попов, А. Н. Вакуумная техника: учебное пособие / А. Н. Попов. — Минск : Новое знание, 2012. — 167 с. — ISBN 978-985-475-500-7. — Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/3729>.
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. — Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/73509>.
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. — Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/90482>.

#### Дополнительная 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, [2] с.: ил. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/52087/#2>.
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. — Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/62923>.

3. Гузненков, В. Н. Autodesk Inventor 2016. Трёхмерное моделирование деталей и выполнение электронных чертежей : учебное пособие / В. Н. Гузненков, П. А. Журбенко, Е. В. Винцулина. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 124 с. — ISBN 978-5-97060-514-1. — Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/100908>.

4. Берлин Е.В., Сейдман Л.А. Получение тонких пленок реактивным магнетронным распылением. М.: Техносфера, 2014. — 256 с. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/73531/#2>.

## 6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE 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.
5. 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:

№	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, 245б	Компьютер - 1 шт.; проектор - 1 шт.; экран – 1 шт.; доска аудиторная настенная - 1 шт.; комплект учебной мебели на 18 посадочных мест.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех	Компьютер - 1 шт.; проектор - 1 шт.; экран 1 шт.; доска аудиторная настенная - 1 шт.; комплект учебной

типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, стр. 4 326	мебели на 46 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» (прием 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность		ФИО
Доцент		Сиделёв Д.В.

Программа одобрена на заседании НОЦ Б.П. Вейнберга ИЯТШ (протокол от 28.06.2019 г. № 38).

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:**

<b>Учебный год</b>	<b>Содержание /изменение</b>	<b>Обсуждено на заседании НОЦ Б.П. Вейнберга (протокол)</b>
2020/2021 учебный год	1. Обновлены цели освоения дисциплины 2. Обновлены планируемые результаты обучения по дисциплине 3. Обновлен список литературы	№ 44 от 31.08.2020 г.
2021/22 учебный год	1. Обновлено содержание разделов дисциплины 2. Обновлен список литературы 3. Обновлен перечень профессиональных баз 4. Обновлены материалы в ФОС дисциплины 5. Обновлено материально-техническое обеспечение	№ 52 от 30.08.2021 г.
2022/23 учебный год	1. Обновлено содержание разделов дисциплины 2. Обновлено ПО в рабочей программе дисциплины 3. Обновлен список литературы 4. Обновлена аннотация рабочей программы дисциплины 5. Обновлены материалы в ФОС дисциплины 6. Обновлено материально-техническое обеспечение	№65 от 30.06.2022 г.