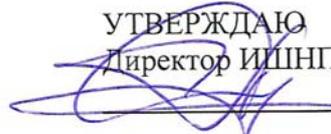
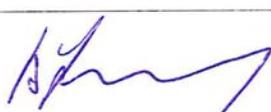
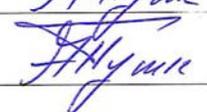


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ИШНПТ

 А.Н. Яковлев
 «28» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ

Физические основы плазменных технологий		
Направление подготовки/специальность	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника	
Образовательная программа (направленность (профиль))	Высоковольтная электротехника и силовоточная электроника	
Специализация	Техника и физика высоких напряжений	
Уровень образования	высшее образование - магистратура	
Курс	2 семестр 3	
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6	
Виды учебной деятельности	Временной ресурс	
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16
	Практические занятия	24
	Лабораторные занятия	24
	ВСЕГО	64
	Самостоятельная работа, ч	152
	ИТОГО, ч	216

Вид промежуточной аттестации	экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОМ ИШНПТ
Заведующий кафедрой - руководитель отделения на правах кафедры			В.А. Клименов
Руководитель ООП			А.И. Пушкарев
Преподаватель			А.И. Пушкарев

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)-4	Способен решать научные и инженерные задачи наукоемкого производства	И.ПК(У)-4.1	Решает научные и инженерные задачи наукоемкого производства	ПК(У)-4.1.31	Знает основные направления и концепции развития высоковольтной электротехники
				ПК(У)-4.1.У1	Умеет использовать результаты исследований в области высоковольтной электротехники для решения профессиональных задач
				ПК(У)-4.1.В1	Владеет опытом решения задач в сфере профессиональной деятельности
ПК(У)-5	Способен выбирать серийные и проектировать новые объекты профессиональной деятельности	И.ПК(У)-5.1	Выбирает серийные узлы и сборки оборудования	ПК(У)-5.1.31	Знает состояние современного отечественного и зарубежного электротехнического оборудования и устройств
				ПК(У)-5.1.У1	Умеет выбирать новое оборудование для замены существующего в процессе эксплуатации, оценивать его достоинства и недостатки
				ПК(У)-5.1.В1	Владеет опытом анализа характеристик нового электротехнического оборудования и обоснования его выбора
ПК(У)-6	Способен эксплуатировать и обслуживать высоковольтное оборудование научного и технологического назначения	И.ПК(У)-6.1	Участствует в монтажных, наладочных, ремонтных и профилактических видах работ с электротехническим оборудованием для высоковольтных электротехнологий	ПК(У)-6.1.31	Знает схемы, конструкции, характеристики, технико-экономические показатели и особенности эксплуатации высоковольтного электротехнического оборудования различного назначения
				ПК(У)-6.1.У1	Умеет проводить монтажные работы, осуществлять регулировочные и сдаточные испытания экспериментальных и технологических установок
				ПК(У)-6.1.В1	Владеет опытом оценки технического состояния и работы с высоковольтным оборудованием и устройствами для измерения сигналов
		И.ПК(У)-6.2	Решает задачи соблюдения безопасности жизнедеятельности на объектах профессиональной деятельности	ПК(У)-6.2.31	Знает нормативную документацию, регламентирующую эксплуатацию оборудования с учетом требований безопасности жизнедеятельности на

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
				ПК(У)-6.2.B1	объектах Владеет опытом разработки технических решений для выполнения требований безопасности жизнедеятельности на объектах

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		
Код	Наименование	Индикатор достижения компетенции
РД 1	Применять знания общих законов плазменных процессов для проектирования новых объектов профессиональной деятельности	И.ПК(У)-4.1 И.ПК(У)-5.1 И.ПК(У)-6.2
РД 2	Выполнять расчеты взаимодействия плазмы с конденсированными материалами, выбирать источники плазмы, системы измерений и комплексы для проектирования новых объектов профессиональной деятельности	И.ПК(У)-4.1 И.ПК(У)-5.1 И.ПК(У)-6.1 И.ПК(У)-6.2
РД 3	Применять экспериментальные методы определения параметров плазмы и распределения поглощенной дозы в новых объектах профессиональной деятельности	И.ПК(У)-4.1 И.ПК(У)-5.1 И.ПК(У)-6.1 И.ПК(У)-6.2
РД 4	Применять опыт работы с оборудованием при экспериментальных исследованиях пучково-плазменных процессов	И.ПК(У)-4.1 И.ПК(У)-5.1 И.ПК(У)-6.1 И.ПК(У)-6.2

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. Взаимодействие плазмы с твердым телом	РД1	Лекции	6
	РД2	Практические занятия	8
	РД3	Лабораторные занятия	8
	РД4	Самостоятельная работа	50
Раздел 2. Взаимодействие ионов, электронов и ускоренных атомов с твердым телом	РД1	Лекции	6
	РД2	Практические занятия	8
	РД3	Лабораторные занятия	8
	РД4	Самостоятельная работа	52
Раздел 3. Промышленные процессы пучковой и плазменной	РД1	Лекции	4
	РД2	Практические занятия	8
	РД3	Лабораторные занятия	8

технологий	РД4	Самостоятельная работа	50
------------	-----	------------------------	----

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Взаимодействие плазмы с твердым телом

Содержание курса лекций. Особенности и основные преимущества обработки веществ плазмой и потоками ускоренных частиц. Основные области применения пучковых и плазменных технологий. Современный уровень развития техники и технологии электронно-ионно-плазменной обработки и перспективы расширения сфер применения новых технологий в промышленности. Упругие взаимодействия. Отражение частиц. Смещение атомов. Распыление. Нагрев. Термодиффузия. Неупругие взаимодействия. Излучение из плазмы. Радиационные дефекты. Изменение энергии активации. Химические реакции. Изменение свойств твердых тел. Использование процессов взаимодействия плазмы с веществом в технологии.

Темы лекций:

Лекция № 1. Вводная лекция. Содержание курса лекций. Основные характеристики пучков заряженных частиц.

Лекция № 2. Традиционные вакуумные ионно-плазменные способы обработки изделий

Лекция № 3. Математические модели плазмы, численные методы, применяемые в физике плазмы.

Темы практических занятий:

Практическое занятие №1. Методы генерации электронных пучков.

Практическое занятие №2. Диагностика параметров импульсных электронных пучков.

Тепловизионная диагностика. Цилиндр Фарадея.

Практическое занятие №3. Моделирование пространственной структуры треков электронов. Программа Geant4.

Практическое занятие №4. Распределение энергии электронного пучка и поглощенной дозы по глубине образца. Расчет энергии тормозного излучения. Программа Geant4.

Названия лабораторных работ:

Лабораторная работа №1. Инструктаж по технике безопасности. Импульсный электронный ускоритель ТЭУ-500. Определение энергетического спектра электронов сильноточного электронного пучка. (4 часа).

Лабораторная работа №2. Импульсный ионный ускоритель ТЕМП-4М. Определение энергетического спектра ионов (4 часа).

Раздел 2. Взаимодействие ионов, электронов и ускоренных атомов с твердым телом.

Виды взаимодействия ионов, электронов и ускоренных атомов с твердым телом. Пространственная структура треков. Удельные (линейные) потери энергии. Классификация механизмов взаимодействия ионов, электронов и ускоренных атомов. Потери энергии на электронное торможение. Ионизация атомов мишени. Формирование радиационных дефектов. Возбуждение тепловых колебаний атомов. Ядерные реакции

Темы лекций:

Лекция № 4. Классификация процессов взаимодействия электронов с веществом.

Лекция № 5. Пучково-плазменные технологии, использующие взаимодействие электронов с твердым телом.

Лекция № 6. Виды взаимодействия ионов и ускоренных атомов с твердым телом.

Темы практических занятий:

Практическое занятие №5. Методы генерации ионных пучков.

Практическое занятие №6. Диагностика параметров импульсных ионных пучков.

Тепловизионная диагностика. Времяпролетная диагностика.

Практическое занятие №7. Особенности взаимодействия мощных ионных пучков с твердым телом.

Практическое занятие №8. Моделирование взаимодействия ионов с твердым телом. Программа SRIM.

Названия лабораторных работ:

Лабораторная работа №3. Тепловизионная диагностика мощного ионного пучка, формируемого ускорителем ТЕМП-4М. (4 часа)

Лабораторная работа №4. Измерение тормозного рентгеновского излучения, формируемого мощным ионным пучком при поглощении в металлической мишени. (4 часа)

Раздел 3. Промышленные процессы пучковой и плазменной технологий

Методы эллиптической и плазменной обработки. Процессы обработки материалов сфокусированными и широкими электронными, ионными пучками и плазменными потоками. Комбинированные методы воздействия корпускулярных потоков на вещество. Достигнутые физические и технологические показатели при использовании различных энергоносителей.

Формирование радиационных дефектов электронами, ионами, нейтронами и ускоренными атомами. Методы исследования радиационных дефектов. Компьютерное моделирование формирования радиационных дефектов.

Темы лекций:

Лекция № 7. Пучково-плазменные технологии, использующие взаимодействие ионов и ускоренных атомов с твердым телом.

Лекция № 8. Методы исследования радиационных дефектов.

Темы практических занятий:

Практическое занятие №9. Компьютерное моделирование формирования радиационных дефектов. Программа SRIM (BCA simulation).

Практическое занятие №10. Компьютерное моделирование формирования радиационных дефектов. Программа LAMMPS (MD simulation).

Практическое занятие №11. Компрессионные источники плазмы

Практическое занятие №12. Семинар-презентация

Названия лабораторных работ:

Лабораторная работа №5. Радиационные центры окраски (4 часа).

Лабораторная работа №6. Распыление мишени мощным ионным пучком (4 часа).

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;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Подготовка к лабораторным работам, 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

Основная литература:

1. Пушкарев А. И. Пучково-плазменные технологии обработки материалов: лабораторный практикум: учебное пособие [Электронный ресурс] / А. И. Пушкарев, Ю. И. Исакова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 8.8 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2014. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/m189.pdf> (контент)

2. Юрьева А. В. Введение в плазменные технологии и водородную энергетику : учебное пособие [Электронный ресурс] / А. В. Юрьева, А. Н. Ковальчук; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.9 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2014. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/m067.pdf> (контент)

3. Ионно-плазменные технологии формирования покрытий и модификации поверхностей: учебное пособие [Электронный ресурс] / Н. Н. Никитенков [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 2.0 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m066.pdf> (контент)

Дополнительная литература:

1. Белый А.В. Инженерия поверхностей конструкционных материалов с использованием плазменных и пучковых технологий / А.В. Белый. — Минск: Издательский дом "Белорусская наука", 2017. — 457 с. — ISBN 978-985-08-2140-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106674> Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. 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. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/73509> Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Мамонтов А. П. Ресурсоэффективные технологические процессы : учебное пособие [Электронный ресурс] / А. П. Мамонтов, В. Ф. Рудковская; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 2.1 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m122.pdf> (контент)

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

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

1. Персональный сайт преподавателя Пушкарева А.И.
<https://portal.tpu.ru/SHARED/a/AIPUSH>
2. Электронно-библиотечная система «Консультант студента»
<http://www.studentlibrary.ru/>
3. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>

Информационно-справочные системы:

1. Информационно-справочная система КОДЕКС – <https://kodeks.ru/>

Профессиональные Базы данных:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru>

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

Cisco Webex Meetings; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Mozilla Firefox ESR; Zoom Zoom

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, строен. 4, 312	Тумба стационарная - 1 шт.; Шкаф для документов - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 38 посадочных мест; Компьютер – 2шт, Проектор - 1 шт.,
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен. 20, 007	Насос спиральный ISP-250C SV - 1 шт.; Исследовательский комплекс радиационно-пучковой обработки материалов и обеззараживания растворов - 1 шт.; Система измерения вакуума - 1 шт.; Люксметр ТКА-ЛЮКС - 1 шт.; Вакуумметр Мерадат-ВИТ 19ИТ2 - 2 шт.; Насос 2НВР-60Д - 2 шт.; Система формирования широкоапертурного электронного пучка с местной биологической защитой и диагностическим оборудованием - 1 шт.; Стабилизатор тока мощьн.6кВт - 1 шт.;
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен. 20, 010	Генератор ВЧ-тока 2 кВт (л.3) - 1 шт.; Стенд низкотемпературной плазмы - 1 шт.; Насос НВВ-12 НТ2.960.045 - 1 шт.;

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль Высоковольтная электротехника и сильноточная электроника (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Профессор ОМ ИШНПТ	А.И. Пушкарев

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения материаловедения (протокол от «01» июля 2019г. №19/1).

Заведующий кафедрой - руководитель отделения
на правах кафедры,
д.т.н., профессор

 / В.А. Клименов/

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОМ (протокол)
2020/21 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	от 29 июня 2020г. №35