

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.

«28» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Физические основы плазменных технологий

Направление подготовки/ специальность	03.03.02 Физика		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Физика конденсированного состояния		
Специализация			
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	4	семестр	7, 8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6 (3/3)		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		46 (24, 22)
	Практические занятия		46 (24, 22)
	Лабораторные занятия		
	ВСЕГО		92 (48, 44)
Самостоятельная работа, ч		124 (60, 64)	
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)		курсовая работа	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной
аттестации

**Зачет,
диф.зачет,
экзамен**

Обеспечивающее
подразделение

ОЭФ

Заведующий кафедрой -
руководитель Отделения
на правах кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

Лидер А.М.

Склярова Е.А.

Кашкаров Е.Б.

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)-3	Готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований	ПК(У)-3.B1	Владеет опытом применения электрофизических и плазменных установок и ускорительных систем, электронных микроскопов и приборов для исследования поверхности твердых тел
		ПК(У)-3.B2	Владеет опытом применения междисциплинарных знаний для решения нестандартных задач в профессиональной области
		ПК(У)-3.У1	Умеет проводить научные теоретические и экспериментальные исследования в профессиональной области
		ПК(У)-3.У2	Умеет работать на оборудовании профессиональной области
		ПК(У)-3.31	Знает основы взаимодействия излучения и плазмы с веществом
		ПК(У)-3.32	Знает устройства электрофизических и плазменных установок, приборы и оборудование для исследования свойств материалов
ПК(У)-4	Способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	ПК(У)-4.B1	Владеет опытом автоматизации физического эксперимента
		ПК(У)-4.У1	Умеет работать на вакуумном оборудовании плазменных и ускорительных систем
		ПК(У)-4.31	Знает устройства вакуумного оборудования плазменных и ускорительных систем

2. Место дисциплины 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	Владеет опытом освоения новых методов и установок исследования материалов	ПК(У)-3 ПК(У)-4

РД-2	Умеет проводить сравнительный анализ физико-химических свойств модифицированных материалов после воздействия различных видов излучения	ПК(У)-3 ПК(У)-4
РД-3	Знает методы, совокупность средств и процессов технологий, основанных на использовании ионных пучков и газоразрядной плазмы	ПК(У)-3 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. Основные задачи, понятия и терминология курса	РД1 РД2 РД3	Лекции	8
		Самостоятельная работа	14
Раздел 2. Обработка материалов и изделий с помощью различных видов излучения		Лекции	30
		Практические занятия	46
		Самостоятельная работа	80
Раздел 3. Рынок и проблемы внедрения радиационных и плазменных технологий		Лекции	8
		Самостоятельная работа	30

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Основные задачи, понятия и терминология курса

Образование плазмы, ее основные свойства. Дебаевский радиус, дебаевский слой. Идеальность плазмы. Элементарные процессы в плазме. Упругие соударения. Неупругие процессы. Равновесия в плазме. Неравновесность плазменных систем. Процессы релаксации в плазме. Процессы переноса в плазме. Диэлектрическая проницаемость плазмы.

Темы лекций:

1. Технологии как элемент материальной культуры и критерий развития общества.
2. Виды производственных технологий.
3. Критические технологии. Технологии двойного назначения.

Раздел 2. Обработка материалов и изделий с помощью различных видов излучения

Ограничение тока пространственным зарядом в диоде. Предельная плотность тока пучка частиц в пролетном промежутке в вакууме. Методы получения мощных импульсных пучков заряженных частиц. Перспективные технологические применения мощных импульсных пучков заряженных частиц.

Темы лекций:

1. Свойства электронов, методы получения и транспортировки электронных пучков. Взаимодействие ускоренных электронов с веществом. Вторичные излучения.
2. Термическая обработка материалов и изделий пучками ускоренных электронов. Ионная имплантация.
3. Методы получения мощных субмикросекундных импульсных пучков заряженных частиц. Перспективные технологические применения мощных импульсных пучков заряженных частиц.

частиц.

4. Подготовка поверхности твёрдого тела для осаждения модифицирующих покрытий.
5. Плазменная обработка материалов и изделий.
6. Термоядерный реактор с магнитным удержанием плазмы (на примере проекта ИНТОР).
7. Плазмохимические процессы. Техника плазменной переработки металлургического сырья. Принципы проведения радиационных испытаний. Критерии подобию.

Темы практических занятий:

1. Знакомство с ускорителями заряженных частиц и технологиями на их основе.
2. Знакомство с ядерным реактором и радиационными технологиями обработки материалов на его основе.
3. Расчёты параметров процессов радиационной и плазменной обработки материалов.
4. Сравнительный анализ металлографии поверхности после воздействия различных видов излучения.
5. Оценка толщины модифицированного слоя после воздействия различных видов излучения.

Раздел 3. Рынок и проблемы внедрения радиационных и плазменных технологий

Плазменные технологии обработки материалов. Плазменное напыление покрытий. Пучковые технологии обработки материалов. Состояние мирового и российского рынков пучковых и плазменных технологий.

Темы лекций:

1. Состояние мирового и российского рынков пучковых и плазменных технологий (на примере технологий, основанных на использовании ионных пучков и газоразрядной плазмы).
2. Особенности российских разработок. Проблемы их внедрения в России и за рубежом.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины 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 практическим 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. Наукоемкие технологии в машиностроении : учебное пособие / А. Г. Суслов, Б. М. Базров, В. Ф. Безъязычный, Ю. С. Авраамов. — Москва : Машиностроение, 2012. — 528 с. — ISBN 978-5-94275-619-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5795>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Стрелков, В. С. Основы техники термоядерного эксперимента : учебное пособие / В. С. Стрелков, С. Е. Лысенко. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2015. — 188 с. — ISBN 978-5-7262-

2058-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/119495>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Кузнецов, Г. Д. Физика взаимодействия ускоренных ионов, электронов и атомов с веществом. Ускоренные электроны : учебное пособие / Г. Д. Кузнецов, А. Р. Кушхов. — Москва : МИСИС, 2012. — 97 с. — ISBN 978-5-87623-572-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/47461>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Бондаренко, Г. Г. Радиационная физика, структура и прочность твердых тел : учебное пособие / Г. Г. Бондаренко. — Москва : Лаборатория знаний, 2016. — 465 с. — ISBN 978-5-00101-413-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/90257>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Суржиков, А. П. Радиационно-термическая активация диффузии кислорода в поликристаллических литиевых ферритах : монография / А. П. Суржиков, С. А. Гынгазов, Е. Н. Лысенко. — Томск : ТПУ, 2016. — 86 с. — ISBN 978-5-4387-0716-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106253> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов : в 2 томах / И. В. Суминов, П. Н. Белкин, А. В. Эпельфельд, В. Б. Людин. — Москва : Техносфера, [б. г.]. — Том II — 2011. — 512 с. — ISBN 978-5-94836-268-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/73009> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. 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. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/10269>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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. Microsoft Office 2016 Standard Russian Academic;
2. Adobe Acrobat Reader DC;
3. AkelPad;
4. Google Chrome;
5. Mozilla Firefox ESR;
6. Adobe Flash Player;
7. OEF OpenBoard;
8. ownCloud Desktop Client;
9. Tracker Software PDF-XChange Viewer;
10. Cisco Webex Meetings;
11. WinDjView;
12. Zoom;
13. 7-Zip
14. DesignScienceMathType 6.9 Lite;
15. FarManager
16. Notepad++
17. Putty
18. XnViewClassic

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, 207	Комплект учебной мебели на 26 посадочных мест Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
2	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 43, 106	Система охлаждения и терморегулирования ионно-плазменной установки - 1 шт.; Вакуумный откачной пост HiCube 80 Eco - 1 шт.; Компрессор JUN-AIR 3-4 - 1 шт.; Герметичный перчаточный бокс серии СПЕКС ГБ 02М - 1 шт.; Вакуумный эксикатор PS - 1 шт.; Портативный pH/мВ/С-метр МАРК-903 - 1 шт.; Вакуумно-дуговой генератор фильтрованной металлической плазмы - 2 шт.; Лабораторная установка для пучковой обработки и магнетронного напыления - 2 шт.; Рентгеновский дифрактометр XRD-7000S с вертикальным высокоточным гониометром - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 3 посадочных мест; Шкаф для документов - 2 шт.; Полка - 1 шт.; Компьютер - 5 шт.; Принтер - 2 шт.
3	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 43, НЗ.	Термостат жидкостный низкотемпературный "КРИО-ВТ-01" - 1 шт.; Автоматизированный комплекс GasReactionControllerLP - 1 шт.; Автоматизированный газовый контролер - 1 шт.; Прибор Г 4-116 - 1 шт.; Баллон 40 л - 1 шт.; Управляемый газовый реактор - 1 шт.; Управляемый газовый реактор для исследования процессов сорбции/десорбции газов в металлах и сплавах при высоких температурах - 1 шт.; Позиционер оптич. с поворотным моторизованным столом - 1 шт.; Осциллограф WaveAce 232 - 1 шт.; Компрессор Jun-air - 1 шт.; Турбомолекулярный насос TMP-303M - 1 шт.; Ультразвуковой датчик 10-1 - 6 шт.; Портативный вакуумный бокс для образцов для работы с инертным газом - 1 шт.; Ультразвуковой датчик 2,5-2 - 2 шт.; Ультразвуковой датчик 5-2 - 2 шт.; Измерительный прибор для контроля шероховатости и волнистости T1000 - 1 шт.; Баллон 40л-аргоновый с мембранным вентилем - 1 шт.; Спектрометр тлеющего разряда GD-PROFILER 2 - 1 шт.; Газоанализатор стационарный на водород H2 "Верба-СВ" - 1 шт.; Баллон газовый - 1 шт.; Ультразвуковой датчик 2,5-1 - 4 шт.; Ультразвуковой датчик 5-1 - 4 шт.; Зонт вытяжной - 1 шт.; Шкаф для документов - 1 шт.; Тумба подкатная - 5 шт.; Стол лабораторный - 4 шт.; Комплект учебной мебели на 5 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.
4	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 43 НЗ	Стенд акустических исследований - 1 шт.; Вакуумметр 910-KF16 - 1 шт.; Осциллограф ОСУ-20 - 1 шт.; Прибор Г 3-121 - 1 шт.; Установка для возб.у/з колеб. - 1 шт.; Вакуумный пост DRYTEL1025, комплектация MDPAMD4 - 1 шт.; Система ультразвукового анализа твердого тела - 1 шт.; Анализатор водорода в металлах и сплавах RHEN602 - 1 шт.; Генератор азота ClaindNG 2301 - 1 шт.

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
		шт.; Микроскоп МЕТАМ РВ-21 с устройством ДИК - 1 шт.; Генератор водорода модель HyGen 200 - 1 шт.; Источник питания GPS -3030D 0-30V-3A 1xLED - 1 шт.; Насос вакуумный НВР - 1 шт.; Генератор водорода HyGen 200 - 2 шт.; Вакуумметр DualTrans - 1 шт.; Источник питания GPS-1830D 0-18V-3A - 1 шт.; Насос диффузионный НВД-400 - 1 шт.; Стол лабораторный - 1 шт.; Тумба подкатная - 1 шт.; Компьютер - 3 шт.; Принтер - 1 шт.
5	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 Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 03.03.02 Физика, профиль «Физика конденсированного состояния» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЭФ ИЯТШ		Кашкаров Е.Б.

Программа одобрена на заседании выпускающего ОЭФ (протокол от «20»_июня_2019 г. № 6).

Заведующий кафедрой – руководитель отделения
на правах кафедры

_____/Лидер А.М./

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
		шт.; Микроскоп МЕТАМ РВ-21 с устройством ДИК - 1 шт.; Генератор водорода модель HyGen 200 - 1 шт.; Источник питания GPS -3030D 0-30V-3A 1xLED - 1 шт.; Насос вакуумный НВР - 1 шт.; Генератор водорода HyGen 200 - 2 шт.; Вакуумметр DualTrans - 1 шт.; Источник питания GPS-1830D 0-18V-3A - 1 шт.; Насос диффузионный НВД-400 - 1 шт.; Стол лабораторный - 1 шт.; Тумба подкатная - 1 шт.; Компьютер - 3 шт.; Принтер - 1 шт.
5	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 Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 03.03.02 Физика, профиль «Физика конденсированного состояния» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЭФ ИЯТШ		Кашкаров Е.Б.

Программа одобрена на заседании выпускающего ОЭФ (протокол от «20»_июня_2019 г. № 6).

Заведующий кафедрой – руководитель отделения
на правах кафедры

 /Лидер А.М./

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЭФ (протокол)
2020/2021 учебный год	1. Обновлено ПО в рабочей программе дисциплины	Протокол №3 от 31 августа 2020 г.