

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.

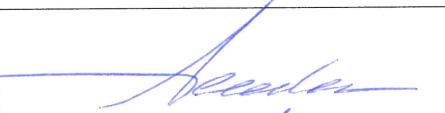
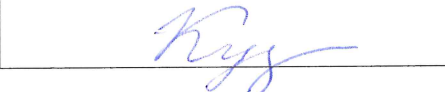
«25» 06

2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Радиационные эффекты в конденсированных средах

Направление подготовки/ специальность	03.04.02 Физика		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Физика конденсированного состояния		
Специализация	Физика конденсированного состояния		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8	
	Практические занятия	16	
	ВСЕГО	24	
Самостоятельная работа, ч		84	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной аттестации	Зачет	Обеспечивающее подразделение	ОЭФ
Заведующий кафедрой – руководитель отделения на правах кафедры			Лидер А. М.
Руководитель ООП			Лидер А. М.
Преподаватель			Кузнецов П. В.

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
ОПК(У)-6	Способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе	ОПК(У)-6.В1	Владеет опытом применения новейших достижений и учета современных проблем в научно-исследовательской работе
		ОПК(У)-6.У1	Умеет использовать новейшие достижения в исследовательской работе
		ОПК(У)-6.З1	Знает современные проблемы и достижения физики в научно-исследовательской работе
ПК(У)-1	Способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	ПК(У)-1.В3	Владеет опытом анализа свойств водорода в металлах и сплавах, изотопного химического структурного анализа поверхности радиационных дефектов в конденсированных средах
		ПК(У)-1.У3	Умеет применять творческий подход в исследованиях по модифицированию материалов
		ПК(У)-1.З3	Знает физико-математические основы изотопного химического и структурного анализа поверхности
ПК(У)-2	Способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.	ПК(У)-2.В1	Владеет опытом использования результатов научных исследований и их обобщения для получения новых свойств материалов
		ПК(У)-2.У1	Умеет формулировать научно-техническую проблему в различных областях научных разработок изготовления и исследования изделий в области влияния водорода на свойства металлов и сплавов
		ПК(У)-2.З1	Знает основы анализа, синтеза и другой научно-технической информации в России и за рубежом в области профессиональной деятельности

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	
РД1	Применять знания о современных проблемах и новейших достижениях физики для исследования современных конструкционных материалов	ОПК(У)-6, ПК(У)-1
РД2	Выполнять обработку и анализ данных в области конденсированных сред с учетом радиационных дефектов	ОПК(У)-6, ПК(У)-1

РДЗ	Знать механизм образования радиационных дефектов при модифицировании свойств материалов.	ПК(У)-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 излучений с веществом	РД 1, 2, 3	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	24
Раздел 2. Эволюция дефектной структуры под облучением	РД 1, 2, 3	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	20
Раздел 3. Физические механизмы изменения макроскопических свойств металлов и сплавов под облучением	РД 1, 2, 3	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	16
Раздел 4. Механизмы образования радиационных дефектов в полупроводниках и диэлектриках и изменение их физических свойств.	РД 1, 2, 3	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	24

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Взаимодействие излучений с веществом

В разделе рассмотрены механизмы взаимодействия легких, тяжелых заряженных частиц с веществом. Упругие и неупругие столкновения заряженных частиц. Потери энергии на ионизацию. Радиационные потери. Критическая энергия.

Темы лекций:

1. Механизмы взаимодействия тяжелых и легких заряженных частиц с веществом.

Темы практических занятий:

1. Механизмы взаимодействия рентгеновских лучей, гамма квантов с веществом.
2. Механизмы взаимодействия нейтронов с веществом.

Раздел 2. Эволюция дефектной структуры под облучением

В разделе приведены общие представления о радиационной повреждаемости материалов. Смещения атомов вещества и первично выбитые атомы (ПВА). Характеристики первичных радиационных повреждений: пороговая энергия образования смещений, энергетические спектры ПВА, взвешенные спектры ПВА, медианная энергия ПВА. Экспериментальные методы определения пороговой энергии образования смещений.

Темы лекций:

1. Элементарные дефекты в кристаллах. Механизмы образования устойчивых пар Френкеля.

Темы практических занятий:

1. Фокусоны и краудионы. Образование первичных и вторичных смещенных атомов.
2. Образование каскадов смещений в кристаллах при облучении и их эволюция.

Раздел 3. Физические механизмы изменения макроскопических свойств металлов и сплавов под облучением

Раздел посвящен рассмотрению механических свойств облученных металлов и сплавов. Низко- и высокотемпературное радиационное упрочнение. Радиационное охрупчивание. Барьерная модель радиационного упрочнения. Радиационная ползучесть реакторных материалов. Основные стадии радиационной ползучести. Механизмы радиационной ползучести и радиационного роста.

Темы лекций:

1. Изменение механических свойств металлов и сплавов при облучении. Радиационно – индуцированная сегрегация компонентов и фазовые превращения в облученных металлах и сплавах.

Темы практических занятий:

1. Упругое взаимодействие частиц в системе центра масс и лабораторной системе координат.
2. Расчеты концентрации дефектов по модели Кинчина Пиза.

Раздел 4. Механизмы образования радиационных дефектов в полупроводниках и диэлектриках и изменение их физических свойств.

В разделе рассмотрены механизмы образования и физическая природа термически стабильных радиационных центров в полупроводниках. Роль исходного состояния кристалла. Свойства радиационных центров в полупроводниках. Изменение основных электрофизических параметров полупроводников при облучении. Отжиг радиационных центров в полупроводниках.

Темы лекций:

1. Радиационные эффекты в полупроводниках и изменение их электрофизических и оптических свойств. Радиационные эффекты в диэлектриках и изменение их физических и оптических свойств.

Темы практических занятий:

1. Оценка изменения электрофизических характеристик кремния и германия при облучении электронами.
2. Расчеты концентрации дефектов в каскадах смещений по модели Кинчина Пиза с учетом каскадной функции.

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;
- Выполнение домашних заданий и контрольных тестов;
- Подготовка к практическим и семинарским занятиям;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Углов, В. В. Радиационные процессы и явления в твердых телах : учебное пособие / В. В. Углов. — Минск : Вышэйшая школа, 2016. — 188 с. — ISBN 978-985-06-2763-6. — URL: <https://e.lanbook.com/book/92435>. — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

2. Купчишин, Анатолий Иванович. Взаимодействие высокоэнергетического излучения с веществом : монография [Электронный ресурс] / А. И. Купчишин, В. М. Лисицын, А. А. Купчишин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 4.7 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2014. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2016/m066.pdf> (контент). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

3. 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: из корпоративной сети ТПУ.

Дополнительная литература

1. Белый, А. В. Инженерия поверхностей конструкционных материалов с использованием плазменных и пучковых технологий : монография / А. В. Белый. — Минск : 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: из корпоративной сети ТПУ.

2. Физика твердого тела [Электронный ресурс] учебное пособие: / Е. И. Купрекова ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Физико-технический институт (ФТИ), Кафедра общей физики (ОФ) . — Томск : Изд-во ТПУ , 2013. Ч.1: Физическая кристаллография и точечные дефекты. — 1 компьютерный файл (pdf; 5,4 MB). — 2013. URL.: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m128.pdf> (контент). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

Профессиональные Базы данных:

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

2. Сайт Sciencedirect с научными публикациями на английском языке. <https://www.sciencedirect.com/>

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

1. 7-Zip;
2. Adobe Acrobat Reader DC;
3. Adobe Flash Player;
4. AkelPad;
5. Cisco Webex Meetings;
6. Far Manager; Google Chrome;
7. Microsoft Office 2016 Standard Russian Academic;
8. Mozilla Firefox ESR;
9. Notepad++;
10. OEF OpenBoard;
11. ownCloud Desktop Client;
12. Tracker Software PDF-XChange Viewer;
13. WinDjView;
14. Zoom Zoom

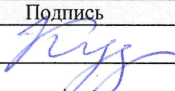
7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

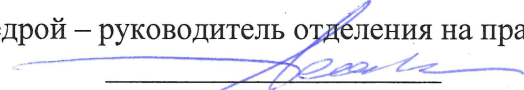
№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 43 122	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 25 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 43 206	Комплект учебной мебели на 50 посадочных мест Компьютер - 2 шт.; Проектор - 1 шт.; Телевизор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 03.04.02 Физика, профиль «Физика конденсированного состояния» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
доцент		Кузнецов Павел Викторович

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения Экспериментальной физики (протокол от «_20_» июня _2019 г. №_6_).

Заведующий кафедрой – руководитель отделения на правах кафедры
д.т.н., профессор  /Лидер А.М./

подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании отделения (протокол)
2020/2021 уч. год	Изменений нет	№2 от 04.06.2020 г.